PULSOS *de Agua*

Infraestructura verde para la gestión de inundaciones urbanas



2026



PULSOS *de agua*

Infraestructura verde para la gestión de inundaciones urbanas

Proyecto de Grado
Omar David Montaño Nieves
Luisa María Montero Pérez

Dirección de Proyecto de Grado
Arq. Phd. Kimmel Chamat

Este libro representa el resultado del esfuerzo, la dedicación y la pasión que hemos desarrollado por la arquitectura a lo largo de nuestra formación académica. En sus páginas se reflejan los aprendizajes adquiridos, así como el crecimiento personal y profesional que hemos experimentado durante este proceso. Alcanzar este punto ha sido posible gracias a la constancia, el trabajo en equipo y la determinación de superar los desafíos que surgieron en el camino.

En primer lugar, agradecemos a Dios por acompañarnos en cada etapa, brindándonos fortaleza, sabiduría y serenidad para afrontar los retos y culminar satisfactoriamente nuestro proyecto de grado.

Expresamos un profundo agradecimiento a nuestras familias, quienes han sido el principal apoyo durante toda nuestra formación. Su paciencia, comprensión, sacrificio y amor incondicional nos permitieron mantenernos firmes incluso en los momentos de mayor dificultad. Gracias por creer en nosotros y acompañarnos constantemente en este proceso.

A nuestros amigos cercanos, agradecemos su compañía, sus palabras de ánimo y su disposición para colaborar cuando fue necesario. Su apoyo hizo que este camino fuera más llevadero y significativo.

Extendemos también nuestro sincero agradecimiento a nuestro tutor de tesis, el arquitecto Kimmel Chamat, por su orientación, paciencia y valiosos aportes académicos, fundamentales para el desarrollo y fortalecimiento de este trabajo.

De manera especial, agradecemos al arquitecto Luis Orlando Tombé y la arquitecta Maria Alejandra Polania, de la oficina Colectivo 720, por su constante acompañamiento, este proyecto de grado.

Asimismo, agradecemos al arquitecto Juan Manuel Bernal y a la arquitecta Laura Urueña, de la oficina Geográfica Sur, por su confianza, cercanía y apoyo, que dejaron una huella importante en nuestro aprendizaje.



Resumen:

La presente investigación aborda la problemática de las inundaciones en la ciudad de Santiago de Cali a partir del análisis del funcionamiento hídrico del territorio urbano. El estudio examina el comportamiento natural del sistema hidrológico y los procesos de transformación asociados al crecimiento de la ciudad, los cuales han generado una progresiva impermeabilización del suelo y una alteración de las dinámicas de escorrentía, contribuyendo a la saturación de los sistemas de drenaje existentes.

A partir de este diagnóstico se identifican deficiencias en la gestión del agua urbana y se plantean lineamientos de planificación basados en principios de drenajes urbanos sensibles al agua. Orientados a aproximar el funcionamiento del sistema urbano al ciclo hídrico natural.

Como aplicación de estos lineamientos se desarrolla un proyecto piloto de diseño urbano en los tramos 1 y 2 del canal secundario, explorando la implementación de estas estrategias a escala local dentro de los alcances propios de un proyecto de pregrado.

Palabras Clave:
Drenaje urbano, gestión del agua urbana, riesgo de inundación, canales urbanos, paisaje hídrico, escorrentía urbana, Santiago de Cali.

Abstract:

This research addresses the issue of flooding in the city of Santiago de Cali through the analysis of the hydrological functioning of the urban territory. The study examines the natural behavior of the hydrological system and the transformation processes associated with urban growth, which have led to progressive soil impermeabilization and alterations in runoff dynamics, contributing to the saturation of existing drainage systems.

Based on this diagnosis, deficiencies in urban water management are identified, and planning guidelines based on the principles of water-sensitive urban drainage are proposed. These guidelines aim to approximate the functioning of the urban system to the natural hydrological cycle.

As an application of these guidelines, a pilot urban design project is developed for sections 1 and 2 of the Secondary Canal, exploring the implementation of these strategies at a local scale within the scope of an undergraduate project.

Keywords:
Urban drainage, urban water management, flood risk, urban canals, hydrological landscape, urban runoff, Santiago de Cali.

Glosario

Acuífero:

Formación geológica constituida por materiales permeables —como arenas, gravas o rocas fracturadas— que permiten la acumulación, circulación y almacenamiento de agua subterránea. Un acuífero recibe el agua infiltrada desde la superficie y la transmite a través de sus poros o fisuras, suministrando caudal a manantiales, pozos o cuerpos de agua cercanos.

Cuenca Urbana:

Unidad territorial donde el agua de lluvia es recogida, conducida y drenada hacia un punto común dentro de la ciudad.

Microcuencas Urbanas:

Subdivisión de menor escala dentro de una cuenca urbana, caracterizada por áreas reducidas donde se concentran procesos hidrológicos específicos, como la generación inicial de escorrentía, la infiltración localizada y la conexión directa con canales o redes de drenaje.

Canal Pluvial:

Estructura hidráulica destinada a conducir exclusivamente las aguas de lluvia que escurren por la superficie urbana. Está diseñada para captar, transportar y evacuar el caudal generado durante eventos de precipitación, evitando inundaciones y desbordes en las vías y espacios públicos. Su sección, pendiente y capacidad responden al caudal esperado según el régimen climático local. A diferencia de otros sistemas de drenaje, el canal pluvial no transporta aguas residuales, por lo que su funcionamiento depende de la conectividad con sumideros, cunetas, quebradas urbanas y otras infraestructuras de manejo hídrico.

Colector Pluvial:

Conducción subterránea diseñada para transportar las aguas lluvias captadas por sumideros, cunetas y canales superficiales hacia puntos de descarga como canales principales, quebradas o cuerpos de agua urbanos.

Colector Sanitario:

Conducción subterránea destinada al transporte exclusivo de aguas residuales domésticas e industriales hacia plantas de tratamiento o emisarios finales.

Colector Combinado:

Conducción subterránea diseñada para transportar simultáneamente aguas residuales y aguas lluvias

dentro de una misma tubería. Este sistema integra el drenaje sanitario y el pluvial, por lo que su capacidad debe responder tanto al caudal base de las descargas domésticas e industriales como a los incrementos bruscos generados por eventos de lluvia.

Humedal Urbano:

Ecosistema de agua dulce ubicado dentro del entorno urbano, caracterizado por la presencia permanente o estacional de suelos saturados y vegetación adaptada a condiciones húmedas. Los humedales urbanos actúan como zonas naturales de regulación hídrica: almacenan, infiltran y depuran el agua de escorrentía, reducen picos de caudal y mejoran la calidad del agua antes de su descarga a ríos o canales.

Infraestructura verde:

Conjunto de espacios, elementos y sistemas naturales o seminaturales que, integrados al tejido urbano, proveen servicios ambientales esenciales mediante procesos ecológicos.

Parques urbanos:

Espacios públicos abiertos destinados al uso recreativo, ambiental y social de la población, conformados por áreas verdes, senderos, equipamientos y elementos paisajísticos que aportan beneficios ecológicos.

Corredor ecológico:

Franja continua de territorio que conecta áreas naturales o fragmentos de hábitat, permitiendo el movimiento, dispersión y flujo genético de las especies. En entornos urbanos se conforma mediante vegetación, cuerpos hídricos, parques, andenes arborizados o infraestructura verde que facilita la continuidad ecológica y mejora la resiliencia ambiental.

Soluciones basadas en la naturaleza SBN:

Enfoque de planificación, diseño y gestión que utiliza los procesos y elementos propios de los ecosistemas para responder a desafíos ambientales, urbanos y sociales. Comprenden acciones que protegen, restauran o integran sistemas naturales —como humedales, bosques, cuerpos de agua o paisajes vegetados— con el fin de mejorar la resiliencia, regular el ciclo hidrológico, reducir riesgos naturales y aumentar la calidad ambiental.

Cargahidráulica:

Magnitud que representa la energía del agua en un punto de un sistema hidráulico. En canales y drenajes urbanos determina el comportamiento del flujo y su capacidad de desplazamiento, influyendo en la dirección, velocidad y nivel que alcanza el agua dentro de la infraestructura hidráulica.

Embotellamiento hidráulico:

Condición en la que el flujo de agua se ralentiza o acumula en un punto del sistema hidráulico debido a una reducción de sección, obstrucciones o insuficiente capacidad de conducción. Esto genera aumento del nivel del agua, pérdida de eficiencia del flujo y riesgo de desbordamientos.

Índice

0 Capitulo 00 | Introducción

- Introducción
- Problemática
- Justificación
- Objetivos generales y específicos
- Metodología

A ENTENDER *el agua*

Capitulo 01 | Marco Teórico

- Paisaje hídrico de Santiago de Cali
- El ciclo del agua
- Paisaje Hídrico
    - *Impermeabilización del suelo y genera ción de escorrentías*
    - *Caudales pico y tiempos de concentración*
    - *Problemas típicos en ciudades tropicales*
    - *Necesidad de soluciones de regulación e infiltración*
- Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)
- Ciudades Esponjas
-Sistema Urbano de Drenaje Sostenible(SUDS)
- Infraestructura gris tradicional
- Transformaciones hídricas en la ciudad
    - *-1536: Territorio virgen y sistema hídrico natural*
    - *-1915: Ferrocarril del Pacífico y transfor mación del territorio*
    - *-1948: Plan Piloto de Cali y planificación moderna*
    - *-1950: Plan Aguablanca y grandes obras hidráulicas*
    - *-1960–1990: Sistema combinado e imper meabilización urbana*

B TERRITORIO *del agua*

Capitulo 02 | Marco Teórico

- Contexto geográfico de la ciudad de Cali
- Dinámicas climáticas y precipitación
- Estructura y forma del territorio
- Estructura hídrica del territorio
- Relación entre acuíferos y superficie
- Sistema de Drenaje
- Sistema de espacio público y red ecológica | *Condición de impermeabilización urbana en Cali*
- Dinámicas de expansión del agua
- Capacidad y desbordamiento del sistema de drenaje
- Manifestaciones del agua
- Sección y composición del canal
- Conclusión análsis del Territorio

C HABITAR *el agua*

Capitulo 03 | Estado del Arte

- Parque Rachel de Queiroz
- Tianjin Qiaoyuan Wetland Park
- Paisajes del agua
- Bulevar de Oriente

D PULSOS *de agua*

Capitulo 04 | Proyecto

- Idea del Proyecto
- Lineamientos del proyecto
- Objetivos de Desarrollo Sostenible
- **Parques Amigos** | *Vincular Infraestructuras Verdes*
    - *Tipologías de Parques Amigos*
    - *Manejo y Flujo de Agua Parques Amigos*
    - *Comportamiento de la Microcuenca del canal*
- **Pausa del agua** | *Almacenar Escorrentías Urbanas*
    - *Lotes de oportunidad de tanques de Tormenta*
    - *Funcionamiento de los Tanques de tormenta*
    - *Gestión del Agua Tanques de Tormenta*
    - *Comportamiento de la Microcuenca del colector*
- **Infraestructuras Vivas** | *Renaturalizar el Sistema Hídrico*
    - *Zonas Hídricas*
    - *Unidades Hídricas*
    - *Configuracción del paisaje hídrico*

- Restauración Ecológica
- Procesos de Fitorremediación
- Renaturalización
ecológica en los canales de agua lluvia
-Matriz para el Proyecto Piloto

E CANAL *secundario*

Capitulo 05 | Proyecto Piloto

- Corredor Ambiental del Canal Secundario
- Gestión del Agua General | *Transformación del territorio*
- Diagnóstico del corredor
- Propuesta del corredor
- Parques Amigos | *Diseño e intervención*
- Catálogo de texturas
- Catálogo de Mobiliario
- Calendarios Culturales
- Intervención tramo 1 y 2
- Planta General
- Planta General Húmeda
- Planta a Detalle | *Zona Deportiva y Humedales*
- Planta Paisaje
- Diseños Técnicos
- Arquitecturas del agua

F Conclusiones

Capitulo 06 | Reflexiones

- La ciudad desde el agua

- **Anexos Cartilla de Infraestructura Verde**|
¡Construye tu Propio Parque Amigo!
- Bibliografía
- Índice de Figuras
- Índice de imagenes

Introducción



Imagen 1: *Laguna de regulación Univalle*
Fotografía Propia

Imagen 2: *Paisajes naturales*
Fotografía Propia

Imagen 3: *Ecosistemas en el lago*
Fotografía Propia

La ciudad de Santiago de Cali se ha configurado históricamente en estrecha relación con el agua. Su estructura territorial y ambiental ha estado determinada por la presencia de ríos, quebradas, humedales y sistemas de drenaje natural que, durante décadas, no solo modelaron el paisaje, sino que también influyeron en las formas de ocupación y desarrollo urbano. Estos elementos hídricos constituyeron parte fundamental del funcionamiento ecológico del territorio y del imaginario colectivo de la ciudad, configurando un paisaje urbano caracterizado por una fuerte interacción entre los sistemas naturales y el crecimiento urbano.

Sin embargo, el acelerado proceso de urbanización experimentado en las últimas décadas ha transformado significativamente esta relación. La expansión de la ciudad, acompañada por una creciente impermeabilización del suelo, la canalización rígida de los cuerpos de agua y la reducción de áreas naturales de infiltración, ha modificado de manera sustancial el comportamiento del sistema hidrológico urbano. Como resultado, los procesos naturales de retención, infiltración y regulación del agua lluvia se han visto progresivamente limitados, generando mayores niveles de escorrentía superficial y una creciente presión sobre los sistemas de drenaje existentes.



Imagen 4: *Vegetación de montaña*
Fotografía Propia

En la actualidad, estas transformaciones se manifiestan de manera evidente en la recurrencia de eventos de inundación que afectan distintos sectores de la ciudad. La capacidad de los sistemas de drenaje urbano resulta insuficiente frente a las condiciones actuales del territorio, en las que confluyen factores como la alta impermeabilización del suelo, la limitada capacidad hidráulica de los canales y las alteraciones ambientales asociadas al crecimiento urbano. En este contexto, episodios de lluvia de corta o mediana intensidad pueden generar anegamientos en el espacio público, afectaciones en la movilidad y deterioro en la calidad ambiental de los entornos urbanos.

Frente a esta problemática, diversas corrientes contemporáneas de planificación urbana han planteado la necesidad de replantear la gestión del agua en la ciudad mediante enfoques que reconozcan y restablezcan, en la medida de lo posible, el funcionamiento natural del ciclo hídrico. En este marco, estrategias como el drenaje urbano sensible al agua y la incorporación de infraestructura azul y verde proponen alternativas que buscan integrar el manejo del agua dentro del diseño urbano, promoviendo procesos de infiltración, retención y regulación del escurrimiento superficial.

A partir de este contexto, el presente proyecto de grado se orienta al análisis del funcionamiento hídrico del territorio urbano de Santiago de Cali, con el propósito de identificar las principales deficiencias en la gestión del agua y formular lineamientos de planificación que contribuyan a mejorar el desempeño del sistema de drenaje urbano. Estos lineamientos se fundamentan en principios de drenaje urbanos sensibles al agua y en la incorporación de estrategias de infraestructura azul y verde como herramientas para mitigar el riesgo de inundación y mejorar las condiciones ambientales del territorio.



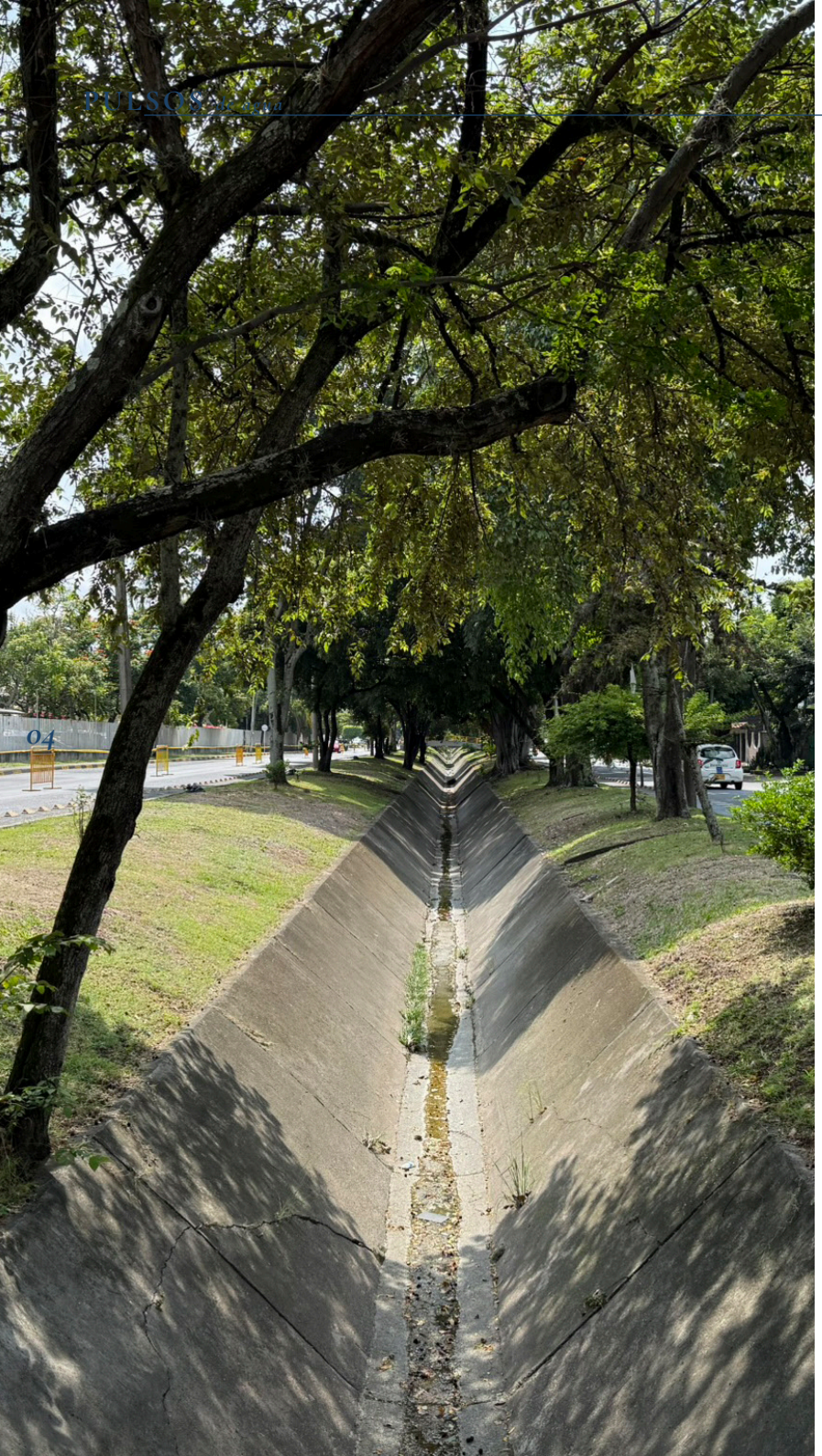
Imagen 5: *Fauna en el lago*
Fotografía Propia

Como aplicación de estos lineamientos, el proyecto desarrolla un ejercicio de diseño urbano en los tramos 1 y 2 del canal secundario, uno de los sistemas de drenaje más afectados de la ciudad. Este proyecto piloto permite explorar la implementación de las estrategias propuestas a escala local, evidenciando su potencial como aproximación proyectual dentro de los alcances propios de un proyecto de pregrado en arquitectura.



Imagen 6: *Paraguas*

Fotografía Propia



Problemática

Desde su fundación en 1536, la ciudad de Santiago de Cali se asentó sobre un territorio atravesado por una compleja red hídrica conformada por ríos, humedales y quebradas provenientes de la cordillera Occidental. Estos cuerpos de agua, estructuraron el desarrollo temprano de la ciudad condicionando su localización, forma de crecimiento y dinámica territorial. Según Vásquez (s. f.), en los primeros periodos de ocupación el sistema hídrico cumplía funciones ambientales fundamentales asociadas al drenaje natural del territorio, la regulación de inundaciones estacionales y el abastecimiento de agua, manteniendo una relación relativamente equilibrada entre el asentamiento humano y el medio natural.

A comienzos del siglo XX, Cali inició un proceso de transformación acelerada vinculado a la modernización y al crecimiento económico, especialmente tras la llegada del Ferrocarril del Pacífico. Este periodo marcó un punto de inflexión en el desarrollo urbano, pues la expansión comenzó a responder prioritariamente a criterios de infraestructura y conectividad, generando una

presión creciente sobre ríos, quebradas y suelos naturales del valle geográfico (Vásquez, s. f.). El sistema hídrico empezó a ser entendido como un obstáculo para el crecimiento urbano y no como un componente estructural del territorio. Esta lógica se consolidó con la formulación del Plan Piloto de Cali en 1948, elaborado por Paul Lester Wiener y Josep Lluís Sert, que introdujo una visión moderna de planificación basada en la zonificación funcional, la jerarquización vial y la organización formal del crecimiento urbano, sin el planteamiento de estrategias orientadas a preservar las dinámicas ecológicas ni la integración funcional del agua al sistema hídrico urbano (Wiener & Sert, 1948).

Esta visión finalmente se materializó por medio de grandes obras asociadas a la expansión urbana, especialmente en el oriente de la ciudad. La canalización de ríos, la construcción de canales de aguas lluvias y colectores interceptores, buscaron controlar inundaciones y habilitar mas área urbanizable.

Actualmente, estas obras constituyen un factor de riesgo por inundación, al modificar de manera sustancial el funcionamiento natural del sistema hídrico y disminuir su capacidad de regulación, infiltración y amortiguación de caudales durante eventos de lluvia intensa, como señala Vásquez (s. f.). De este modo, surge la necesidad de replantear la gestión del riesgo por inundación desde una perspectiva integral, que permita reconocer el sistema hídrico urbano como un componente estructural del territorio y establecer lineamientos de intervención orientados a una mitigación más sostenible y acorde con las condiciones ambientales de la ciudad.

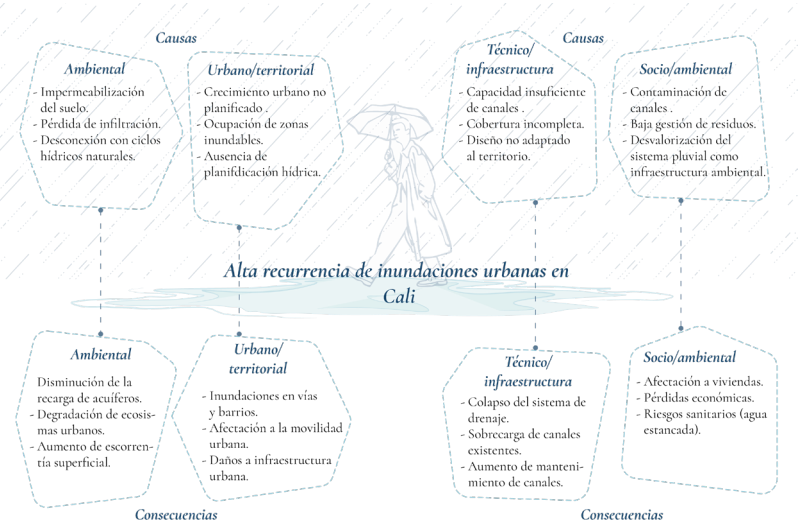


Figura 1: *Árbol de problemas*
Elaboración Propia

Imagen 7: *Canal de aguas lluvias calle 52 norte*
Fotografía Propia

¿Cómo puede el paisaje urbano, a través de estrategias de infraestructura verde y azul, contribuir a la gestión de inundaciones en la ciudad de Santiago de Cali mediante la complementación del sistema de drenaje pluvial existente?

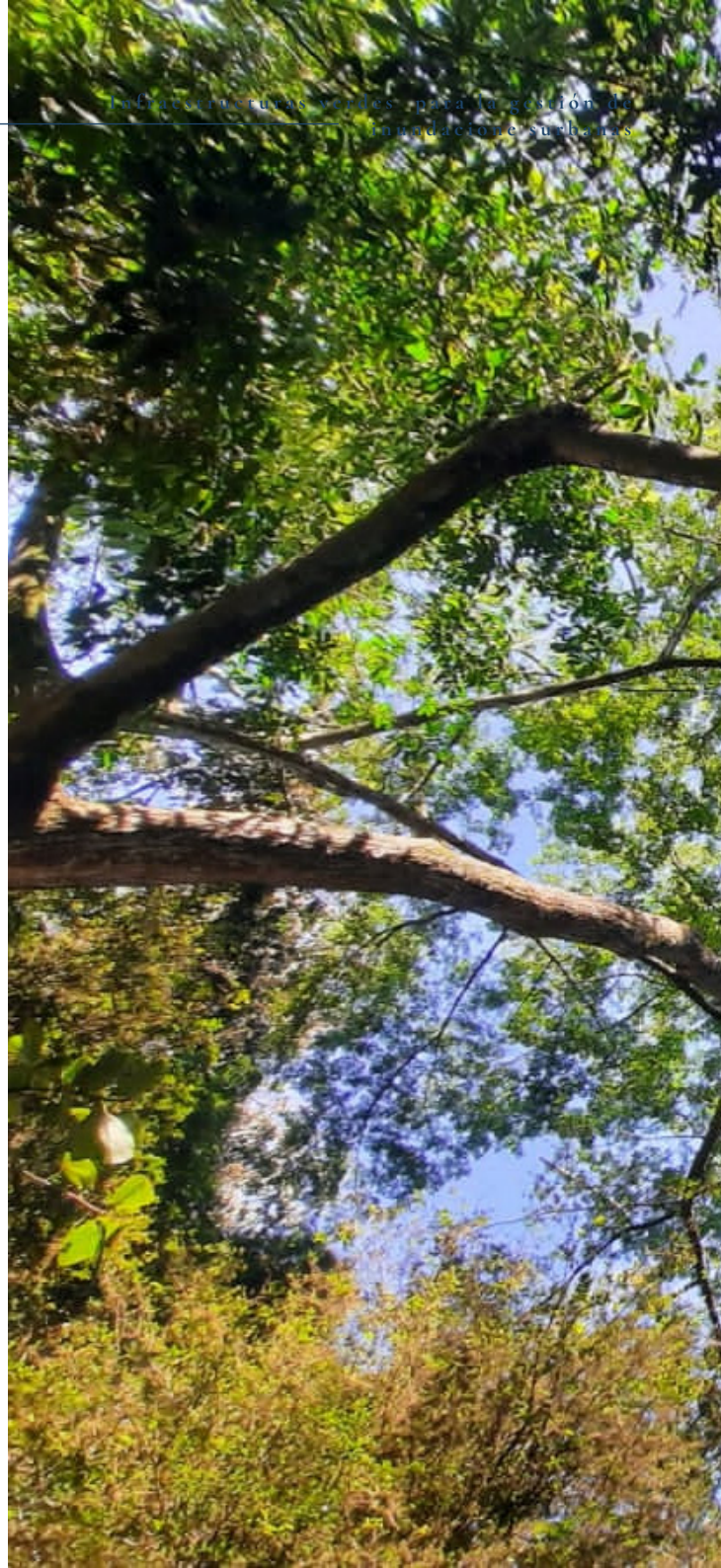


Imagen 8: *Copas de árboles*
Fotografía Propia



Justificación

Las inundaciones urbanas constituyen una de las problemáticas más recurrentes y visibles en la ciudad de Santiago de Cali, afectando la movilidad, el uso del espacio público y la calidad de vida de sus habitantes. Eventos de lluvia de corta duración son suficientes para generar episodios de colapso en diversos sectores urbanos, evidenciando la deficiencia del sistema construido para el manejo del agua. Esta situación no solo altera la dinámica cotidiana de la ciudad, sino que también profundiza condiciones de vulnerabilidad social, ambiental y territorial.

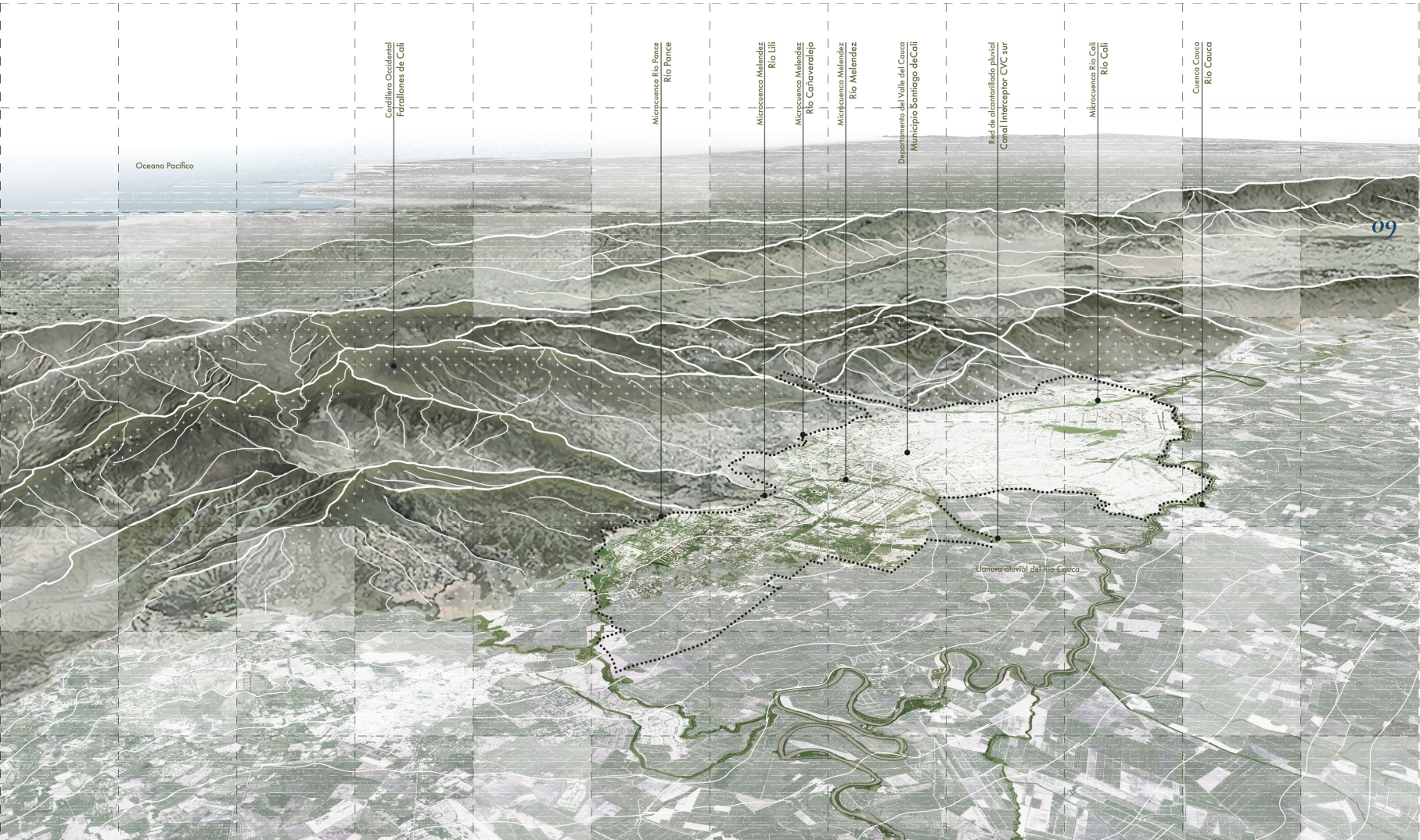
Desde una perspectiva ambiental, el problema se ve agravado debido a la progresiva impermeabilización del suelo urbano, la pérdida de áreas naturales de absorción y la contaminación de canales de aguas lluvias. Estos procesos han modificado el comportamiento natural del agua, incrementando los volúmenes de escorrentía y sobrecargando una infraestructura de drenaje insuficiente en la respuesta a condiciones actuales en la ciudad. La desconexión entre la estructura urbana y los sistemas hídricos evidencian la necesidad de replantear la relación entre ciudad y agua, desde un enfoque integral y sensible al territorio.

En este contexto, abordar la problemática desde el paisaje y la arquitectura representa una oportunidad para ampliar la mirada tradicional sobre el drenaje urbano. El paisaje, entendido como infraestructura, permite articular dimensiones ambientales, sociales y espaciales, ofreciendo alternativas que trascienden las soluciones exclusivamente técnicas. A través del diseño, es posible generar espacios que, además de cumplir funciones hídricas, contribuyan al espacio público, fomenten una mayor biodiversidad urbana y fortalezcan la apropiación social del territorio, reconociendo el agua como elemento estructurador de la ciudad.

La pertinencia de este enfoque se refuerza al considerar las limitaciones físicas, económicas y urbanas que dificultan la ampliación del sistema convencional de canales en Cali. Frente a este escenario, resulta necesario explorar estrategias adicionales que mejoren el funcionamiento del sistema existente sin recurrir a grandes intervenciones en infraestructura. ***Pensar el drenaje urbano desde el paisaje*** abre la posibilidad de intervenciones que gradualmente se adapten y repliquen, permitiendo una integración eficiente, flexible y sostenible al tejido urbano.

Desde el ámbito académico, el presente proyecto de grado plantea una reflexión crítica frente a una problemática vigente en la ciudad de Cali y aporta una aproximación propositiva desde el diseño del paisaje, con potencial de constituirse como referente para contextos urbanos con condiciones similares, al integrar criterios de resiliencia urbana, sostenibilidad y gestión integral del agua.

Figura 2: *Ubicación Geográfica*
Elaboración Propia


Oceano Pacífico
Cordillera Occidental
Farallones de Cali
Microcuenca Río Pance
Río Pance
Microcuenca Melendez
Río Lili
Microcuenca Melendez
Río Cañaverelejo
Microcuenca Melendez
Río Melendez
Departamento del Valle del Cauca
Municipio Santiago deCali
Red de alcantarillado pluvial
Canal Interceptor CVC sur
Microcuenca Río Cali
Río Cali
Cuenca Cauca
Río Cauca
Llanura aluvial del Río Cauca



Objetivo General

y específicos

Gestionar las inundaciones en la ciudad de Santiago de Cali mediante la complementación del sistema de drenaje pluvial existente, incorporando estrategias de infraestructura verde y azul a escala urbana que permitan integrar el agua lluvia al funcionamiento del territorio y fortalecer la resiliencia hídrica de la ciudad.

Comprender el comportamiento hídrico del territorio a partir de un análisis territorial y municipal del funcionamiento histórico del agua en Cali. Este análisis considera la relación entre los Farallones, las cuencas hidrográficas, los ríos urbanos y el sistema de drenaje pluvial, así como los registros históricos de inundaciones, las transformaciones del territorio y las dinámicas de urbanización que han influido en la manera en que la ciudad gestiona el agua lluvia.

Establecer estrategias de intervención que permitan vincular infraestructuras verdes y azules al sistema de drenaje pluvial mediante la identificación de lotes de oportunidad dentro del tejido urbano. Estos espacios funcionan como respiraderos urbanos del sistema, permitiendo complementar su funcionamiento mediante procesos de retención, infiltración y almacenamiento temporal del agua lluvia.

Renaturalizar las infraestructuras verdes que harán parte del sistema de drenaje, así como los cuerpos hídricos a los cuales se conectan, particularmente los canales pluviales abiertos. Esto implica incorporar vegetación y soluciones basadas en la naturaleza que permitan mejorar su funcionamiento ecológico y fortalecer su relación con el espacio urbano.

Reconectar a la comunidad con el agua mediante el diseño de espacios públicos asociados a estas infraestructuras, generando lugares que actúen como puentes entre la ciudad y sus dinámicas hídricas.

Desarrollar una cartilla de diseño que sistematice las estrategias, lineamientos y tipologías de intervención de las infraestructuras verdes y azules planteadas en el proyecto.

Identificar mediante una matriz de evaluación territorial, un sector piloto dentro de la ciudad que permita evidenciar la aplicación de la propuesta y demostrar el potencial de estas estrategias para complementar el sistema de drenaje pluvial existente.

Imagen 9: *Textura de árboles*

Fotografía Propia

Metodología

La metodología del proyecto se organiza en una serie de etapas desarrolladas en diferentes escalas de análisis e intervención. Este proceso permite comprender el funcionamiento hídrico del territorio, identificar las causas de las inundaciones en la ciudad de Santiago de Cali y plantear estrategias que complementen el sistema de drenaje pluvial existente.

La primera etapa corresponde a la investigación teórica, desarrollada en la escala territorial. En esta fase se realiza el reconocimiento del funcionamiento hídrico y natural del valle donde se ubica la ciudad de Cali. Para ello se analizan los componentes naturales del territorio, sus condiciones físicas y geomorfológicas, así como la relación entre los Farallones, las cuencas hidrográficas y las dinámicas de escorrentía que descienden hacia el valle. Este análisis permite comprender el comportamiento natural del agua en el territorio y reconocer el funcionamiento hídrico actual de la región.

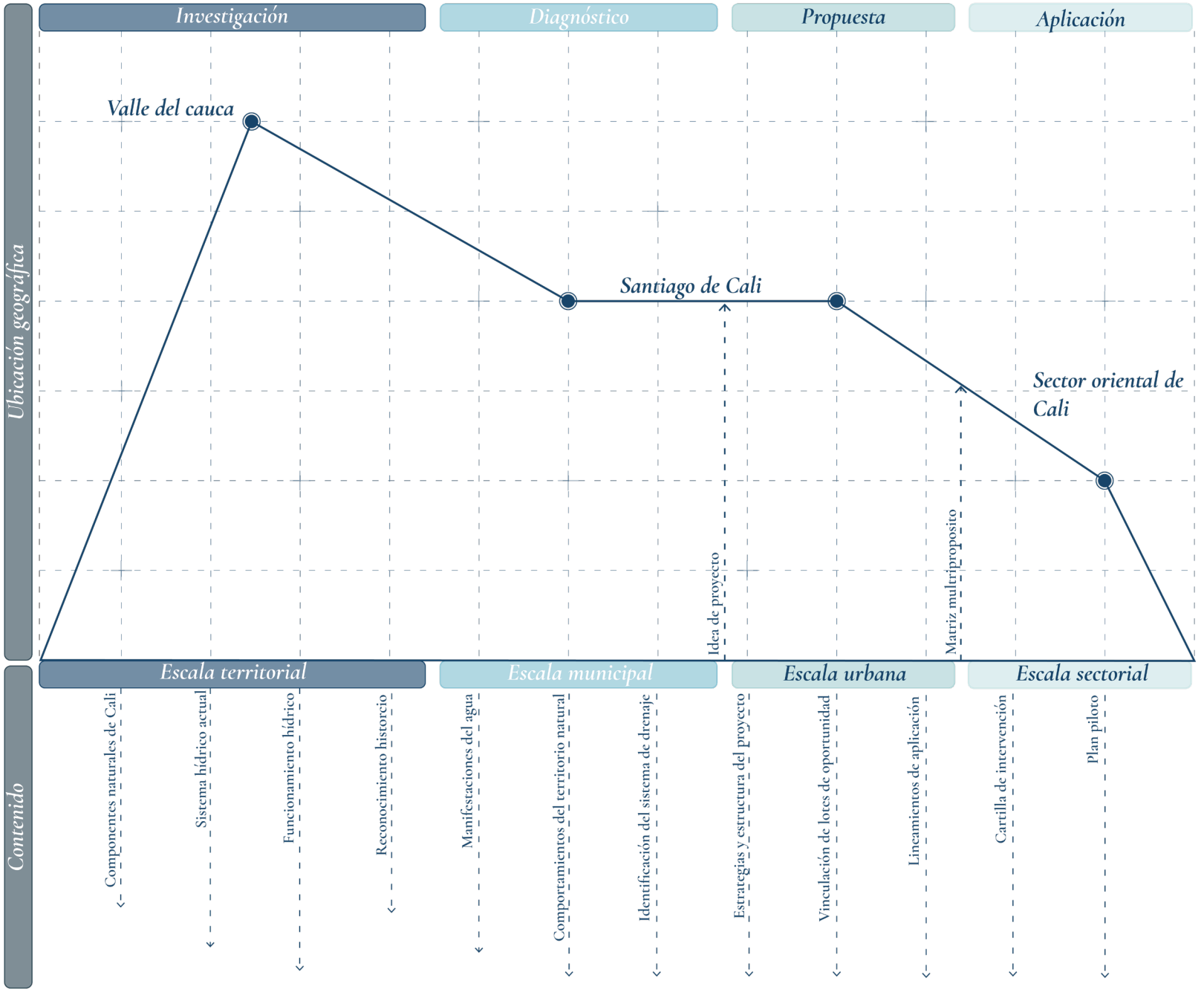
La segunda etapa corresponde al diagnóstico, desarrollada en la escala municipal. En esta fase se estudia el contexto histórico de la planificación del sistema de drenaje pluvial y las decisiones que han influido en la gestión del agua en la ciudad.

Asimismo, se analizan las dinámicas de inundación registradas a lo largo del tiempo, el comportamiento del territorio frente a las lluvias y la estructura del sistema de drenaje pluvial existente. Este proceso permite identificar la forma en que se organiza el sistema, su funcionamiento actual y las problemáticas asociadas a las inundaciones, reconociendo las causas que las generan.

Posteriormente se desarrolla la etapa de propuesta, desarrollada en la escala urbana, donde se establecen estrategias de intervención orientadas a complementar el sistema de drenaje pluvial. Estas estrategias se basan en la vinculación de infraestructuras verdes y azules mediante espacios públicos de oportunidad. En esta etapa se plantean lineamientos de diseño que establecen las condiciones para la implementación de parques amigos y se propone la renaturalización de las infraestructuras verdes vinculadas al sistema. Asimismo, se construye una matriz evaluativa que permite identificar el sector de aplicación del proyecto, definiendo el lugar donde se desarrollará el plan piloto.

Finalmente, en la escala sectorial, se desarrolla la etapa de aplicación, en la cual se diseña un tramo del plan piloto ubicado en los costados de un canal pluvial secundario en el oriente de Cali, donde se materializan las estrategias planteadas en el proyecto.

Figura 3: *Metodología*
Elaboración Propia


Investigación
Diagnóstico
Propuesta
Aplicación
Ubicación geográfica
Valle del cauca
Santiago de Cali
Sector oriental de Cali
Idea de proyecto
Matriz multipropósito
Escala territorial
Escala municipal
Escala urbana
Escala sectorial
Contenido
Componentes naturales de Cali
Sistema hídrico actual
Funcionamiento hídrico
Reconocimiento historcio
Manifestaciones del agua
Comportamientos del territorio natural
Identificación del sistema de drenaje
Estrategias y estructura del proyecto
Vinculación de lotes de oportunidad
Lineamientos de aplicación
Cartilla de intervención
Plan piloto

A ENTENDER *el agua*

Capitulo 01 | Marco Teórico



Paisaje hídrico de Cali

El paisaje hídrico expresa la forma en que el agua habita y estructura el territorio, a partir del diálogo continuo entre lluvia, ríos, suelos, vegetación y relieve. El agua recorre el territorio siguiendo sus propias lógicas de circulación, infiltración y acumulación que, en su recorrido, modelan el paisaje, definen ecosistemas y establecen equilibrios que sostienen la vida. En este sentido, el paisaje hídrico no se limita a los ríos visibles, sino que comprende una red silenciosa de hilos de agua representada en humedales, suelos permeables y zonas verdes que actúan de manera conjunta como un sistema regulador, capaz de absorber y amortiguar los excedentes hídricos, especialmente durante eventos de lluvia.

En Cali, esta relación entre el agua y el territorio es profunda y evidente. La ciudad se encuentra en un lugar privilegiado, donde el agua desciende desde los Farallones, atraviesa quebradas, ríos y antiguos cauces, y se expande en la planicie del valle. Esta riqueza hídrica ha sido históricamente una condición natural del lugar pero, con el crecimiento urbano, muchos de esos flujos fueron canalizados o invisibilizados. Sin embargo, ***el agua no olvida su camino. Cuando el territorio pierde su capacidad de retener y filtrar, el agua busca recuperar los espacios que alguna vez le pertenecieron, y es ahí donde aparecen las inundaciones.*** Más que entenderlas exclusivamente como un problema, es necesario reconocerlas como una expresión natural de un paisaje que ha sido forzado a funcionar de otra manera.

Reconocer el paisaje hídrico de Cali implica aceptar que el territorio necesita espacios para ***respirar y revitalizarse.*** Significa entender que las zonas verdes no son solo áreas recreativas, sino reservorios de vida, capaces de almacenar, filtrar y devolver el agua al sistema de forma controlada. Restaurar estas funciones, incluso a pequeña escala, es una oportunidad para reconciliar la ciudad con su condición natural y permitir que Cali vuelva a comportarse como lo que siempre ha sido: ***Un territorio definido por el agua.***

Imagen 10: *Río Meléndez*
Fotografía Propia

Ciclo del Agua

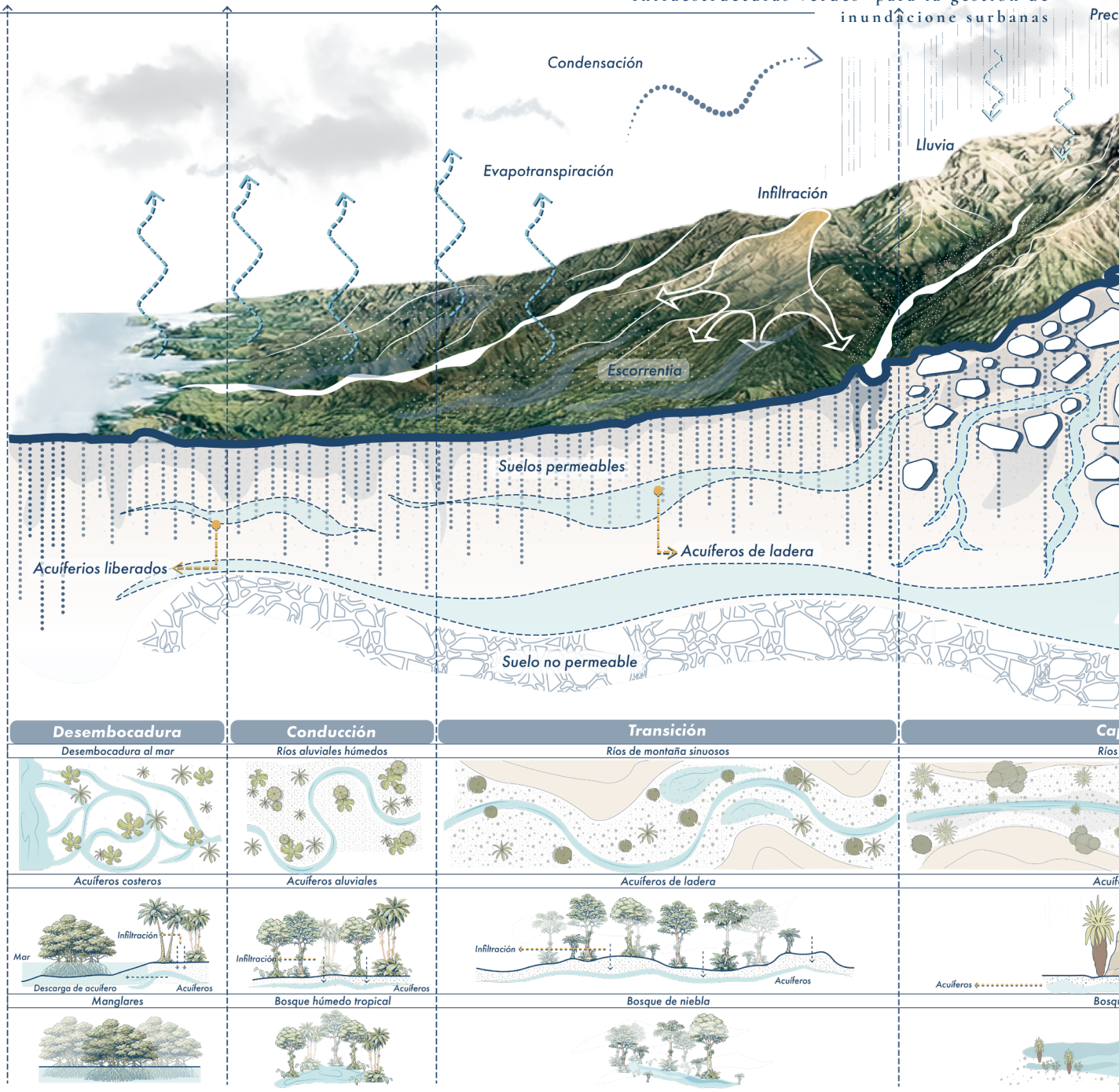
El ciclo del agua se define como el conjunto de procesos naturales mediante los cuales el agua circula de manera continua entre la superficie terrestre y la atmósfera, cambiando de estado físico entre vapor, líquido y sólido. Este ciclo constituye un sistema dinámico fundamental para la regulación climática, el funcionamiento de los ecosistemas y la disponibilidad hídrica en los territorios, siendo clave para comprender la relación entre naturaleza y asentamientos humanos (Cantera Kintz, 2009).

El proceso se inicia con la evaporación del agua presente en depósitos como océanos, ríos, lagos, e incluso el suelo y la vegetación. Para esto, la energía solar provoca el paso del agua en estado líquido a vapor, el cual asciende hacia la atmósfera, donde, a medida que el aire húmedo se eleva y se enfría, el vapor se condensa formando nubes. Posteriormente, cuando las condiciones atmosféricas lo permiten, el agua retorna a la superficie terrestre ya sea de forma líquida o sólida por medio de la precipitación, siendo un fenómeno dependiente de la zona donde ocurre (Cantera Kintz, 2009).

Una vez el agua alcanza la superficie, se activan diversas rutas dentro del ciclo hidrológico. Parte de la precipitación se infiltra en el suelo, recargando acuíferos y almacenamientos subterráneos, mientras otra porción permanece en la superficie, acumulándose en lagos, humedales o zonas temporalmente inundables. El excedente genera una escorrentía, la cual drena siguiendo las pendientes y depresiones naturales del terreno, alimentando quebradas, ríos y arroyos que transportan el agua desde las zonas altas hacia las zonas bajas del territorio. En áreas con pendientes suaves, el drenaje ocurre de manera más lenta, favoreciendo la formación de humedales, pantanos y lagunas de retención natural. Estos espacios cumplen un papel fundamental en la regulación del caudal, la amortiguación de inundaciones y el mantenimiento de los ecosistemas asociados al agua. De este modo, el ciclo del agua no solo describe un proceso físico natural, sino que establece una relación directa entre relieve, suelo, vegetación y sistemas hídricos, aspectos clave para comprender el comportamiento del agua en contextos urbanos (Cantera Kintz, 2009).

Imagen 11: *Río Cali, cercano al Zoológico de Cali*
Fotografía Propia




Condensación
Evapotranspiración
Infiltración
Lluvia
Escorrentía
Suelos permeables
Acuíferos de ladera
Acuíferios liberados
Suelo no permeable
Desembocadura
Conducción
Transición
Desembocadura al mar
Ríos aluviales húmedos
Ríos de montaña sinuosos
Acuíferos costeros
Acuíferos aluviales
Acuíferos de ladera
Infiltración
Mar
Descarga de acuífero
Acuíferos
Infiltración
Acuíferos
Infiltración
Acuíferos
Acuíferos
Manglares
Bosque húmedo tropical
Bosque de niebla

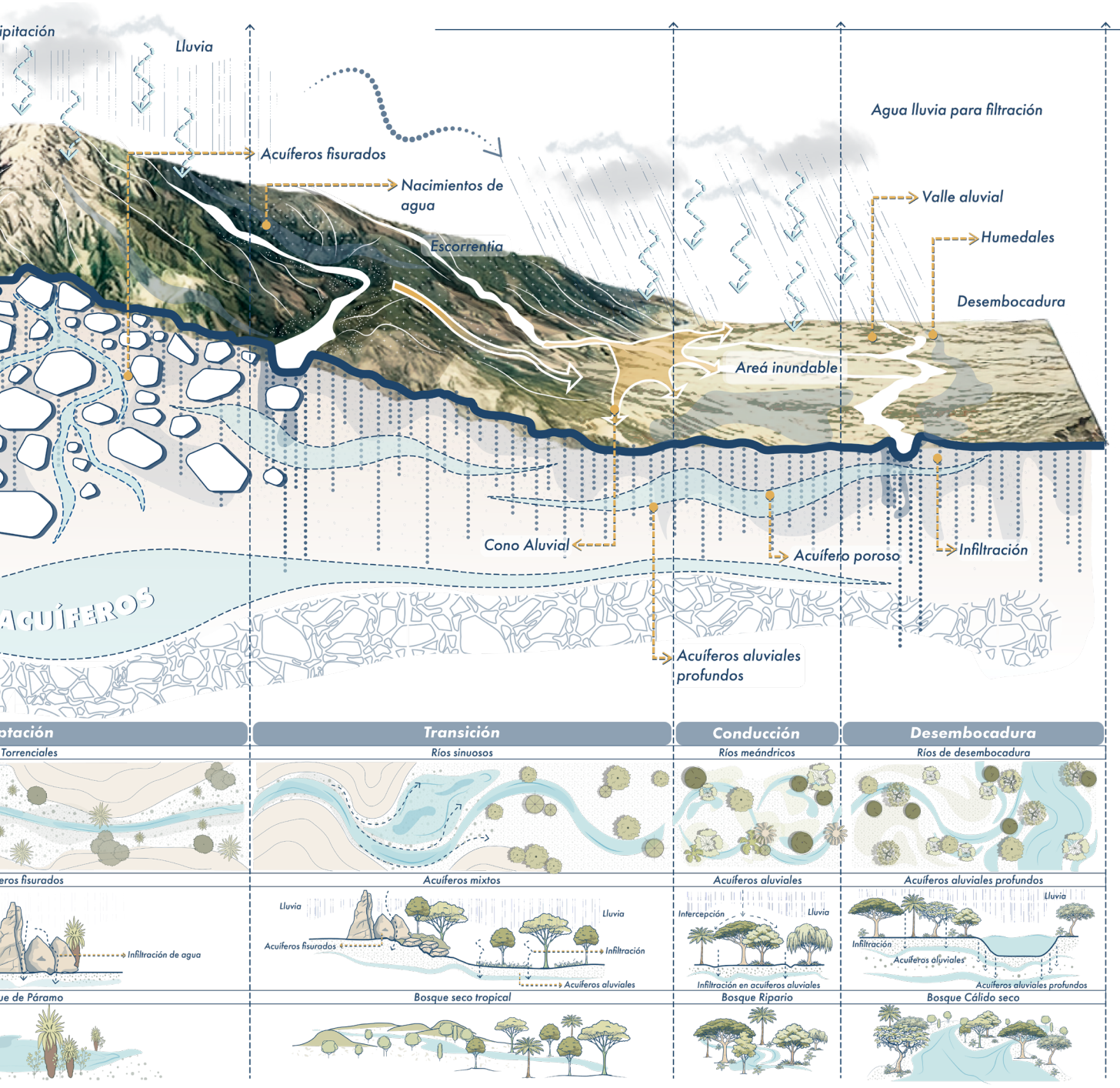


Figura 4: Ciclo del agua
Elaboración Propia

Hidrología Urbana

Impermeabilización del suelo y generación de escorrentías

La impermeabilización del suelo se entiende como la pérdida total o parcial de la capacidad de este para infiltrar agua, ya sea por la sustitución de coberturas naturales por superficies selladas o por procesos físicos y químicos que generan hidrofobicidad del suelo. La literatura científica ha demostrado que los suelos hidrofóbicos pueden comportarse funcionalmente como superficies impermeables, retrasando o impidiendo la infiltración y favoreciendo la generación de escorrentías incluso en suelos no urbanizados (Doerr, Shakesby & Walsh, 2000; Doerr & Ritsema, 2006). Estos procesos incrementan los caudales, reducen los tiempos de concentración y potencian la erosión y el transporte de contaminantes, efectos ampliamente documentados en contextos de lluvias intensas (Shakesby, Doerr & Walsh, 2000). Estudios de síntesis muestran que la repelencia al agua es un fenómeno global, presente en una amplia diversidad de climas y tipos de suelo, y que su importancia hidrológica ha sido subestimada históricamente (Dekker, Oostindie & Ritsema, 2005; Dekker et al., 2003). En entornos urbanos, la combinación entre sellamiento superficial y suelos con baja infiltración agrava los procesos de escorrentía, aumentando la vulnerabilidad a inundaciones.

Caudales pico y tiempos de concentración

Los caudales pico representan el máximo caudal alcanzado por un flujo de agua durante un evento de lluvia, constituyendo un indicador clave para analizar la respuesta hidrológica de una cuenca. Este valor depende de la intensidad y duración de la precipitación, de las características físicas del terreno y, especialmente, del grado de impermeabilización. En cuencas urbanas, donde el suelo se encuentra sellado por pavimentos, edificaciones y otras superficies impermeables, la escorrentía superficial aumenta y se concentra más rápidamente, lo que tiende a elevar los caudales pico durante tormentas o lluvias intensas.

Por su parte, el tiempo de concentración se define como el intervalo requerido para que una gota de agua recorra la distancia entre el punto más distante de la cuenca y su salida o punto de control. Este parámetro expresa la rapidez con la que una cuenca reacciona ante un evento de lluvia. En condiciones naturales —con suelos permeables, vegetación y recorridos hidráulicos más lentos— el tiempo de concentración suele ser mayor. En contraste, en entornos urbanizados, donde las superficies selladas aceleran el flujo superficial, el tiempo de concentración disminuye, generando respuestas hidrológicas más rápidas y favoreciendo el incremento de los caudales pico.

Imagen 12: *Canal Santa Helena*
Fotografía Propia


Dichatex

Problemas típicos en ciudades tropicales

Las ciudades tropicales enfrentan de forma recurrente inundaciones, desbordamiento de cauces y erosión debido a la alta intensidad de las precipitaciones y a las características hidrológicas de sus suelos. La literatura señala que, los suelos tropicales pueden desarrollar hidrofobicidad —incluso en paisajes no completamente urbanizados como bosques tropicales— lo que reduce la infiltración y favorece la escorrentía superficial; esta situación se intensifica cuando se altera la estructura del suelo o la cobertura vegetal, afectando los mecanismos naturales de infiltración y almacenamiento, y generando crecidas rápidas y desbordes aguas abajo (Dekker, Oostindie & Ritsema, 2005; Elsenbeer, 2001; Bonell, 2005). Asimismo, la conversión y perturbación de ecosistemas forestales tropicales reduce la capacidad del suelo para regular el agua, aumentando la erosión y el transporte de sedimentos hacia ríos y canales, agravando las inundaciones (Bonell & Bruijnzeel, 2005; Hartshorn, 2013).

Soluciones de regulación e infiltración

La regulación e infiltración del agua constituyen procesos fundamentales para la gestión sostenible del recurso hídrico en entornos urbanos expuestos a eventos de lluvia intensa e inundaciones recurrentes. La infiltración controla el movimiento y almacenamiento del agua en superficies terrestres, reduciendo la escorrentía superficial y amortiguando los caudales pico que sobrecargan los sistemas de drenaje urbano (Assouline, 2013). Diversos estudios han demostrado que la capacidad de infiltración depende de propiedades del suelo, condiciones iniciales de humedad y características de la precipitación, lo que exige soluciones adaptadas al contexto local (Smith y Parlange, 1978).

Los modelos conceptuales de infiltración han evolucionado para representar secuencias complejas de lluvia, saturación superficial y redistribución del agua en el suelo, evidenciando que los suelos urbanos, cuando se diseñan adecuadamente, pueden desempeñar un rol activo en la regulación hídrica (Corradini et al., 1994). En este sentido, la literatura reciente destaca la proliferación de enfoques empíricos y conceptuales que permiten comprender y cuantificar la infiltración bajo condiciones reales de campo, aportando bases técnicas para su aplicación en infraestructuras verdes (Basset et al., 2025).

Imagen 13: *Inundación Nororiente de Cali*
Fuente: *Noticiero 90 minutos*



Fotografía 1: Título de la fotografía

Fuente: Fotografía Propia

Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) constituyen un enfoque conceptual y operativo que promueve el uso, la gestión y la restauración de los ecosistemas como respuesta a diversos desafíos ambientales, sociales y territoriales, particularmente en contextos urbanos. Este enfoque parte del reconocimiento del valor funcional de los sistemas naturales, los cuales pueden desempeñar un papel activo en la sustentación de servicios ecosistémicos, complementando o sustituyendo infraestructuras convencionales rígidas (Lafortezza et al., 2018).

En el ámbito urbano, las SbN se han consolidado como una estrategia clave para fortalecer la resiliencia de las ciudades frente a fenómenos como el cambio climático y la degradación ambiental. Lafortezza et al. (2018) destacan que estas soluciones permiten integrar procesos ecológicos dentro de la planificación y el diseño urbano, favoreciendo paisajes multifuncionales capaces de adaptarse a dinámicas ambientales cambiantes. De esta manera, las SbN contribuyen no solo a la regulación climática y a la gestión sostenible del agua, sino también a la mejora de la calidad ambiental y del bienestar humano.

Ciudades Esponjas

El concepto de Ciudades Esponja surge como una estrategia innovadora de gestión urbana del agua frente a los crecientes problemas de inundaciones, escorrentía superficial y degradación ambiental asociados a la urbanización acelerada. Este enfoque propone que las ciudades funcionan como “esponjas”, capaces de absorber, almacenar, filtrar y reutilizar el agua de lluvia, integrando soluciones basadas en la naturaleza con infraestructura urbana convencional (Nguyen et al., 2019; Wang et al., 2018).

Desde una perspectiva de gestión integrada del agua urbana, las Ciudades Esponja representan una transición desde modelos tradicionales de control de inundaciones hacia esquemas más resilientes y sostenibles. Wang et al. (2018) señalan que este cambio implica pasar del control rígido de caudales a la resiliencia hídrica, donde se prioriza la adaptación del sistema urbano ante eventos climáticos extremos. En este contexto, la infraestructura verde —como techos verdes, pavimentos permeables, humedales artificiales y jardines de lluvia— desempeña un papel clave al reducir el volumen y la velocidad de la escorrentía.

Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS)

La urbanización acelerada y el cambio climático han generado modificaciones significativas en los regímenes naturales de precipitación y escorrentía, incrementando la frecuencia de inundaciones urbanas, la contaminación del agua pluvial y otros riesgos hidrológicos asociados (Jusić et al., 2019; Nagare & Supekar, 2024).

En este contexto, los Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS) surgen como una alternativa eficaz para la gestión integral del agua pluvial en entornos urbanos. Estos sistemas buscan imitar los procesos hidrológicos naturales previos a la urbanización mediante la aplicación de soluciones basadas en infraestructura verde y técnicas de control en origen (Laroche, 2019). Entre las principales prácticas de los SUDS se incluyen los techos verdes, pavimentos permeables, zanjas y canales vegetados, cuencas de biorretención, bioswales y estanques de detención e infiltración, los cuales permiten reducir la escorrentía superficial, mejorar la calidad del agua y gestionar los caudales de manera más sostenible (Nagare & Supekar, 2024; Jusić et al., 2019).

Diversas investigaciones han demostrado la efectividad de estas técnicas en contextos urbanos. Shafique et al. (2018) evidencian que los techos verdes pueden retener entre el 10% y el 60% del agua lluvia, dependiendo de la intensidad y duración de los eventos pluviométricos, contribuyendo a la reducción y retraso de los picos de escorrentía. Asimismo, Nagare y Supekar (2024) confirman que soluciones como pavimentos permeables, zanjas verdes y cuencas de infiltración resultan altamente efectivas para disminuir el volumen total de escorrentía y el riesgo de inundaciones.

Desde un enfoque conceptual, los SUDS se definen como un conjunto de soluciones técnicas y ecológicas destinadas a gestionar el agua pluvial tanto en términos cuantitativos como cualitativos, favoreciendo procesos como la infiltración, el almacenamiento temporal, la evaporación y la reutilización del agua de lluvia (Ellis, 2013; Laroche, 2019).

Infraestructura gris tradicional

La gestión del drenaje urbano en ciudades latinoamericanas, incluida Cali, se ha basado históricamente en canales y sistemas de alcantarillado tradicional, diseñados para evacuar rápidamente el agua de lluvia y reducir la permanencia del flujo en superficie. Este enfoque, propio de la ingeniería clásica, privilegia el control estructural del agua mediante conducciones cerradas y canales revestidos, bajo supuestos de crecimiento urbano y condiciones climáticas relativamente estables (Tait et al., 2008). Sin embargo, el cambio climático y la intensificación de las lluvias han puesto en evidencia las limitaciones de estos sistemas, especialmente en redes combinadas, donde aumentan las fallas hidráulicas y los riesgos de inundación (Ashley et al., 2008).

Una de las principales restricciones de los canales pluviales existentes es su capacidad limitada de ampliación. ***En contextos urbanos consolidados, el ensanche o aumento de capacidad hidráulica resulta técnica, económica y socialmente inviable, debido a la ocupación del suelo, la infraestructura existente y los altos costos de intervención.*** La literatura señala que, frente al crecimiento urbano continuo, la sola expansión de infraestructura gris no constituye una solución sostenible a largo plazo, siendo más efectivas las estrategias relacionadas con el uso del suelo y la gestión del territorio (Tait et al., 2008).

En contraste con los sistemas tradicionales, los sistemas verdes o basados en la naturaleza buscan establecer procesos hidrológicos fundamentales como la infiltración, el almacenamiento temporal y la redistribución del agua en el suelo. La investigación hidrológica ha demostrado que la infiltración es un proceso clave para regular la escorrentía, dependiente de las propiedades del suelo y las condiciones de lluvia (Assouline, 2013; Smith y Parlange, 1978). Los avances en modelos conceptuales y empíricos permiten hoy comprender con mayor precisión la dinámica de infiltración bajo eventos complejos de precipitación, respaldando su aplicación en entornos urbanos (Corradini et al., 1994; Basset et al., 2025).

La literatura reciente enfatiza la necesidad de una transición gris–verde, donde la infraestructura verde no sustituye completamente a la gris, sino que la complementa de forma estratégica. Los sistemas híbridos permiten reducir la presión sobre el alcantarillado existente, amortiguar picos de escorrentía y generar beneficios ambientales y sociales adicionales (Green et al., 2021).

Imagen 14: *Canal Guaduales*
Fotografía Propia



Transformaciones hídricas en la ciudad

La relación entre la ciudad de Cali y su sistema hídrico ha experimentado profundas transformaciones a lo largo del tiempo. Desde su fundación, el territorio estuvo marcado por la presencia de numerosos ríos y quebradas que descendían de la cordillera Occidental y estructuraban naturalmente el paisaje del valle. Estos cuerpos de agua no solo configuraban el entorno ecológico, sino que también regulaban los flujos hídricos, sostenían ecosistemas diversos y permitían una relación directa entre la población y el medio natural.

Con el paso de los siglos, el crecimiento urbano, el desarrollo de infraestructuras y los cambios en los modelos de planificación fueron modificando progresivamente esta relación. A medida que la ciudad se expandió y su dinámica económica se intensificó, los ríos comenzaron a ser intervenidos con el objetivo de facilitar el desarrollo urbano, controlar inundaciones y responder a las necesidades de infraestructura propias de una ciudad en crecimiento.

Durante el siglo XX, estas transformaciones se hicieron particularmente evidentes. La llegada de grandes infraestructuras de transporte, la formulación de planes urbanos modernos y la ejecución de obras hidráulicas para habilitar nuevas áreas urbanas marcaron hitos importantes en la configuración actual del sistema hídrico de la ciudad. En este proceso, los ríos pasaron gradualmente de ser elementos naturales que estructuraban el paisaje a convertirse en infraestructuras destinadas principalmente al drenaje y al control del agua.

Paralelamente, el crecimiento acelerado de la ciudad trajo consigo nuevos retos ambientales, como la contaminación hídrica, la pérdida de suelos permeables y la sobrecarga de las redes de drenaje. Estas dinámicas evidencian cómo las decisiones de planificación y las intervenciones técnicas han influido en la forma en que la ciudad se relaciona con su sistema hídrico.

La siguiente línea de tiempo presenta algunos de los hitos más representativos de este proceso, permitiendo comprender cómo las transformaciones urbanas, institucionales y ambientales han configurado progresivamente la relación entre Cali y sus sistema hídrico, desde un territorio natural hasta el complejo sistema hidráulico que caracteriza a la ciudad en la actualidad.

1536: Territorio virgen y sistema hídrico natural

En el año 1536, con la fundación de Santiago de Cali, el territorio presentaba un sistema hídrico y ecológico intacto. La ciudad se asentó en un valle atravesado por múltiples ríos y quebradas provenientes de la cordillera Occidental, entre ellos los ríos Cali, Cañaveralejo, Meléndez y Lili, que estructuran el paisaje y regulan de forma natural los flujos hídricos de la ciudad. Estos cuerpos de agua cumplían funciones ecológicas esenciales, como la recarga de acuíferos, el control natural de inundaciones y el sostenimiento de una alta biodiversidad asociada a bosques, humedales y suelos permeables.

En esta etapa temprana, la ocupación humana era limitada y el impacto antrópico sobre el entorno hídrico resultaba mínimo. La relación entre el asentamiento y los ríos era directa, ya que estos constituían fuentes de abastecimiento, vías naturales de comunicación y elementos defensivos. La dinámica fluvial se desarrollaba sin intervenciones artificiales, permitiendo procesos naturales de inundación estacional y sedimentación. Este período se caracterizó como una fase de equilibrio entre el medio natural y la temprana estructura urbana. La configuración del territorio respondía principalmente a condicionantes ambientales, y no a infraestructuras técnicas. Este escenario constituye el punto de partida para comprender cómo las transformaciones urbanas posteriores alteraron progresivamente el sistema hídrico de Cali.

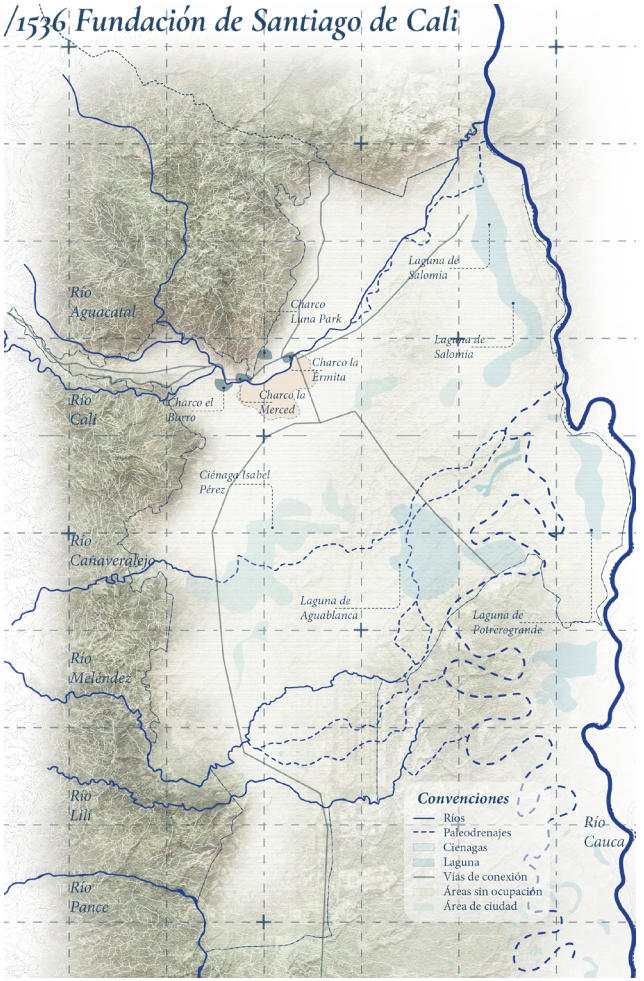


Figura 5: *Mapa Fundación Santiago de Cali*

Elaboración Propia

1915: Ferrocarril del Pacífico y transformación del territorio

La llegada del Ferrocarril del Pacífico en 1915 marcó un hito decisivo en la transformación urbana y ambiental de Cali. Esta infraestructura consolidó la conexión de la ciudad con el puerto de Buenaventura, impulsando el crecimiento económico, la expansión urbana y la intensificación de la explotación de recursos naturales. Como consecuencia, se aceleraron procesos de deforestación, especialmente en la zona oriental del municipio, donde se ampliaron áreas agrícolas y asentamientos asociados al desarrollo ferroviario.

De manera paralela, en la zona occidental de Cali se intensificaron actividades de extracción como la minería, afectando cuencas altas y medias de los ríos que abastecían la ciudad. Estas intervenciones alteraron los regímenes naturales de escorrentía, incrementaron la erosión de suelos y generaron una mayor carga de sedimentos en los cuerpos de agua. El ferrocarril no sólo redefinió la estructura económica de la ciudad, sino que también introdujo una nueva lógica territorial basada en la infraestructura y la conectividad, desplazando progresivamente la relación armónica con el entorno natural.



Figura 6: *Mapa Ferrocarril del Pacífico*

Elaboración Propia

1948: Plan Piloto de Cali y planificación moderna

En 1948, la formulación del Plan Piloto para Cali por parte de Paul Lester Wiener y Josep Lluís Sert representó un momento clave en la consolidación de una visión moderna de planificación urbana. Este plan propuso una organización funcional de la ciudad basada en la zonificación de usos, la jerarquización vial y la orientación del crecimiento urbano, pero también incorporó una lectura territorial en la que los ríos adquirían un papel estructurante dentro del paisaje urbano.

De acuerdo con los planteamientos del Plan Piloto, los principales ríos de la ciudad fueron concebidos como grandes corredores verdes, integrados al sistema de espacios abiertos y áreas de recreación. Esta intención es visible en los mapas del plan, donde los cauces fluviales se representan como ejes paisajísticos continuos, capaces de articular sectores urbanos y preservar áreas naturales dentro del crecimiento proyectado de la ciudad. En este sentido, los ríos no eran entendidos únicamente como infraestructuras hidráulicas, sino como elementos ambientales y urbanos de alto valor.

Sin embargo, aunque el Plan Piloto reconocía la importancia espacial y paisajística de los ríos, no desarrolló una estrategia detallada para su manejo ecológico ni para la conservación de sus dinámicas naturales. Esta visión, más formal que ambiental, sentó las bases que en décadas posteriores reinterpretaron progresivamente los corredores fluviales desde una lógica de control hidráulico.

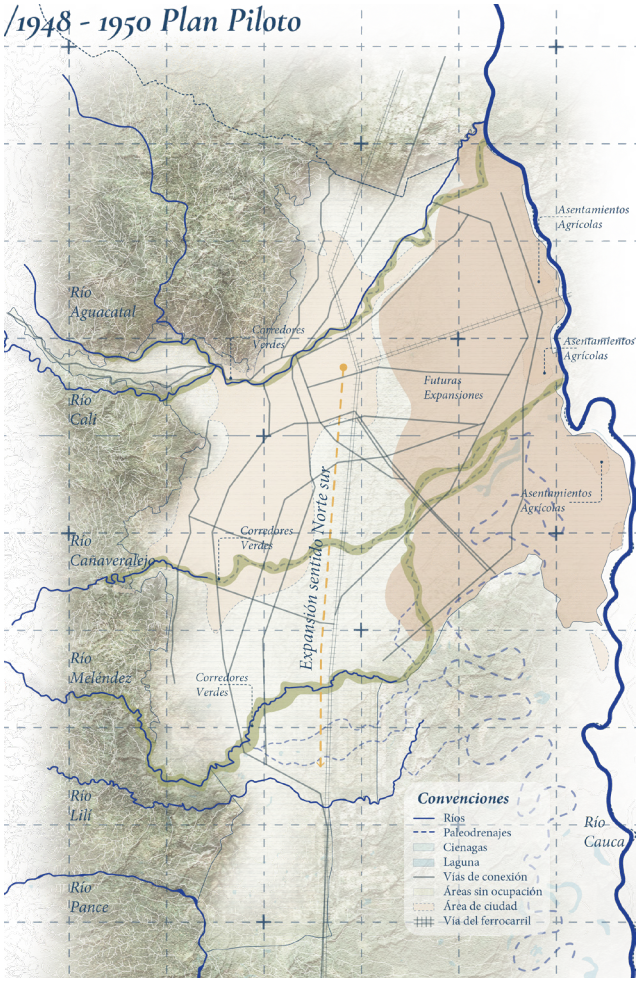


Figura 7: *Mapa Plan Piloto*
Elaboración Propia

1950: Plan Aguablanca y grandes obras hidráulicas

A partir de la década de 1950, con el desarrollo del Plan Aguablanca, Cali inició una etapa de profundas transformaciones en su sistema hídrico, asociadas a la expansión urbana hacia el oriente de la ciudad. En este contexto se produjo un hecho institucional de gran relevancia: el nacimiento de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), entidad que asumió un papel central en la gestión del agua y el control de los ríos en la región.

El Plan Aguablanca promovió grandes obras hidráulicas orientadas a mitigar inundaciones y habilitar suelo urbano, entre ellas la construcción del Colector Interceptor Sur y la canalización de ríos como el Cañaveralejo, Meléndez y Lili. Bajo la dirección técnica y conceptual de la CVC, estos cuerpos de agua comenzaron a ser intervenidos mediante rectificaciones, encauzamientos y obras de control, transformando significativamente su morfología y funcionamiento natural.

Este periodo marcó el tránsito desde la concepción de los ríos como corredores verdes planteada en el Plan Piloto, hacia una visión principalmente ingenieril, en la que los ríos pasaron a ser destinados al drenaje y al control de riesgos. Si bien estas intervenciones facilitaron el crecimiento urbano y redujeron problemas de inundación en áreas específicas, también generaron una progresiva desconexión entre los ríos y sus ecosistemas asociados, alterando de forma estructural el sistema hídrico de la ciudad.



Figura 8: *Mapa Plan Aguablanca*

Elaboración Propia

1960–1990: Sistema combinado e impermeabilización urbana

Entre 1960 y 1990, Cali experimentó una expansión acelerada de sus redes de drenaje, adoptando un sistema combinado que integraba aguas lluvias y aguas residuales en una misma infraestructura. Este modelo, frecuente en ciudades latinoamericanas durante el siglo XX, buscaba responder rápidamente al crecimiento urbano, pero generó graves impactos ambientales.

La combinación de redes sanitarias y pluviales provocó descargas directas de aguas contaminadas en ríos y canales durante eventos de lluvia, incrementando significativamente la contaminación hídrica. Paralelamente, la expansión urbana se caracterizó por una creciente impermeabilización del suelo.

Este periodo consolidó una relación conflictiva entre la ciudad y su sistema hídrico, en la que los ríos pasaron a funcionar como canales de desagüe, en lugar de elementos ecológicos. La pérdida de superficies permeables y la sobrecarga de las redes de drenaje evidenciaron las limitaciones del sistema combinado, dejando en manifiesto la necesidad de enfoques alternativos y más sostenibles para la gestión del agua urbana en Cali.

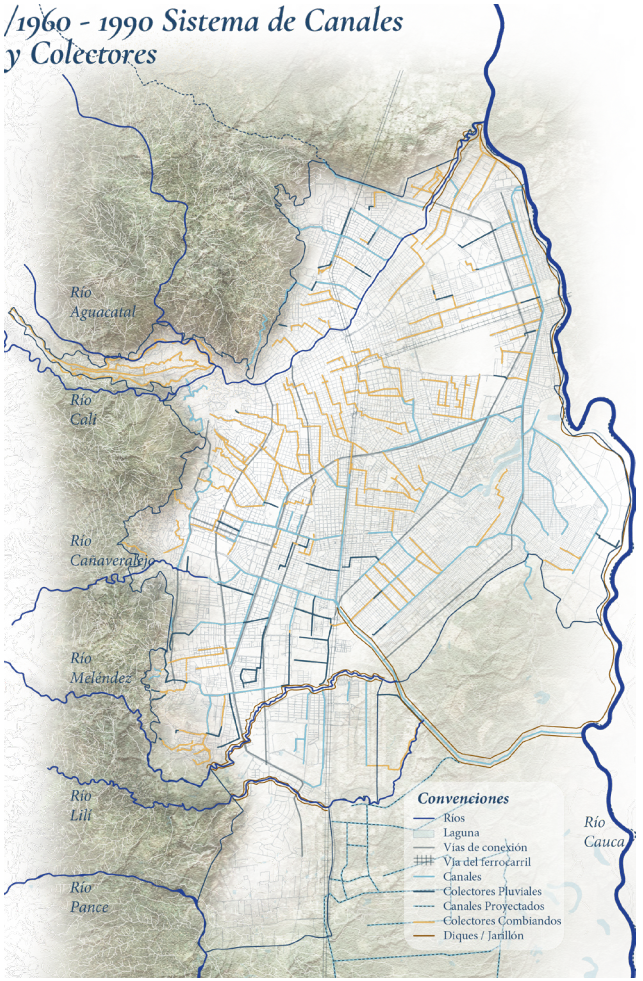


Figura 9: *Mapa sistema de Canales y Colectores*

Elaboración Propia

Marco normativo

La gestión del drenaje urbano en ciudades como Santiago de Cali ha estado históricamente dominada por infraestructura gris, basada en canales y sistemas de alcantarillado, diseñados para evacuar rápidamente las aguas lluvias. Diversos estudios evidencian que estos sistemas fueron concebidos bajo supuestos hidrológicos hoy modificados por el crecimiento urbano, la impermeabilización del suelo y el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos ambientales asociados al cambio climático, generando desbordamientos recurrentes e impactos negativos sobre cuerpos de agua urbanos (Ashley et al., 2008; Tait et al., 2008).

Ante estas limitaciones estructurales, la literatura científica y técnica ha promovido la transición hacia Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) y Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), que buscan gestionar el agua mediante procesos de infiltración, retención y evapotranspiración. Estudios internacionales demuestran que tipologías como bioretención, zanjas de infiltración y parques inundables reducen picos de escorrentía, profundidades de inundación y tiempos de anegamiento, incluso bajo escenarios de lluvia extrema, además de mejorar la calidad del agua y generar co-beneficios ambientales y sociales (Liu et al., 2014; Çırağ et al., 2024; Sarpong et al., 2025). En el contexto colombiano, Ariza et al. (2019) evidencian que la ubicación estratégica de SUDS en espacios públicos y corredores verdes maximiza beneficios hidráulicos, ambientales y urbanos.

Desde el marco normativo nacional, la Ley 142 de 1994 y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) incorporan el manejo de aguas lluvias dentro del servicio público de alcantarillado y reconocen los SUDS como elementos complementarios del drenaje convencional (CRA, 2021; CRA, 2025). Sin embargo, estas disposiciones presentan un carácter general y no establecen estándares técnicos obligatorios ni esquemas claros de financiación, operación y mantenimiento. La reciente Ley 2476 de 2025, que promueve la infraestructura verde y azul urbana, constituye una oportunidad normativa relevante al exigir la incorporación de SbN en proyectos de infraestructura urbana.

A nivel municipal, el Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali (Acuerdo 0373 de 2014) reconoce la necesidad de garantizar la capacidad hidráulica del drenaje pluvial e incorpora los SUDS como estrategias complementarias, además de incluir los canales de aguas lluvias dentro de la Estructura Ecológica Complementaria. Este reconocimiento otorga una base conceptual para la reconversión de canales en espacios públicos multifuncionales. No obstante, Cali carece de normativa local específica y vinculante que regule integralmente el diseño, implementación y mantenimiento de infraestructura verde para drenaje urbano. Asimismo, la normativa operativa de EMCALI se concentra principalmente en la gestión del sistema combinado, sin integrar de manera explícita soluciones verdes como infraestructura hidráulica, lo que evidencia una

debilidad institucional en la transición hacia sistemas híbridos gris–verde.

En este contexto, los Parques Amigos del Agua emergen como una estrategia viable para trasladar la gestión del riesgo de inundación del canal al territorio, aprovechando el espacio público como infraestructura hidráulica activa. Las oportunidades normativas radican en el respaldo conceptual del POT, la legislación nacional emergente en SbN y la sólida evidencia científica que valida parques y espacios verdes como sistemas de amortiguación hidráulica. Los vacíos, por su parte, evidencian la necesidad de fortalecer el marco normativo local, articular la gestión del drenaje con la recuperación de ríos urbanos y consolidar instrumentos técnicos obligatorios que permitan materializar estos parques como piezas clave de resiliencia urbana en Cali.

B TERRITORIO *del agua*

Capitulo 02 | Marco Teórico

Contexto geográfico de la ciudad de Cali

La ciudad de Cali se localiza en el suroccidente colombiano, en el piedemonte de la Cordillera Occidental, al pie del macizo de los Farallones, en una zona de transición donde las corrientes provenientes de la montaña, descienden hacia el valle geográfico del río Cauca. Esta condición de borde, entre la verticalidad de la cordillera y la amplitud del valle, define profundamente su forma y su funcionamiento. ***Cali no es una ciudad aislada en la planicie: es una ciudad que nace del descenso y tránsito constante del agua en sus suelos, conectando ecosistemas entre la alta montaña con las tierras bajas.***

Hacia el oriente, la ciudad se extiende sobre el valle aluvial del río Cauca, un territorio modelado durante miles de años por procesos de sedimentación, inundación y desplazamiento de cauces. Este valle fértil y dinámico está atravesado por los ríos que descienden desde la cordillera -Cali, Aguacatal, Meléndez, Lili, Cañaveralejo y Pance-, los cuales estructuran el territorio a través de sus cuencas y subcuencas, definiendo pendientes, suelos, corredores ecológicos y áreas naturalmente inundables. La ciudad, al crecer, se ha superpuesto sobre este sistema vivo, ocupando antiguos brazos de río, zonas de recarga y planicies que históricamente han respondido a la lógica del agua.

Además, Cali se localiza en la franja tropical, una zona geográfica que incide directamente en su clima, su vegetación y su régimen de precipitaciones. La cercanía al ecuador, sumada a la presencia de la cordillera, genera un comportamiento climático marcado por una fuerte variabilidad hidrológica y altas temperaturas. Las masas de aire húmedo que ascienden por la montaña se condensan y precipitan, alimentando ríos de carácter torrencial y reforzando el ciclo constante entre lluvia, escorrentía e infiltración. En este contexto, el territorio no es estático, es un sistema activo en permanente transformación, donde la geografía, el agua y el clima dialogan de manera continua y determinan las condiciones sobre las cuales la ciudad existe y evoluciona.

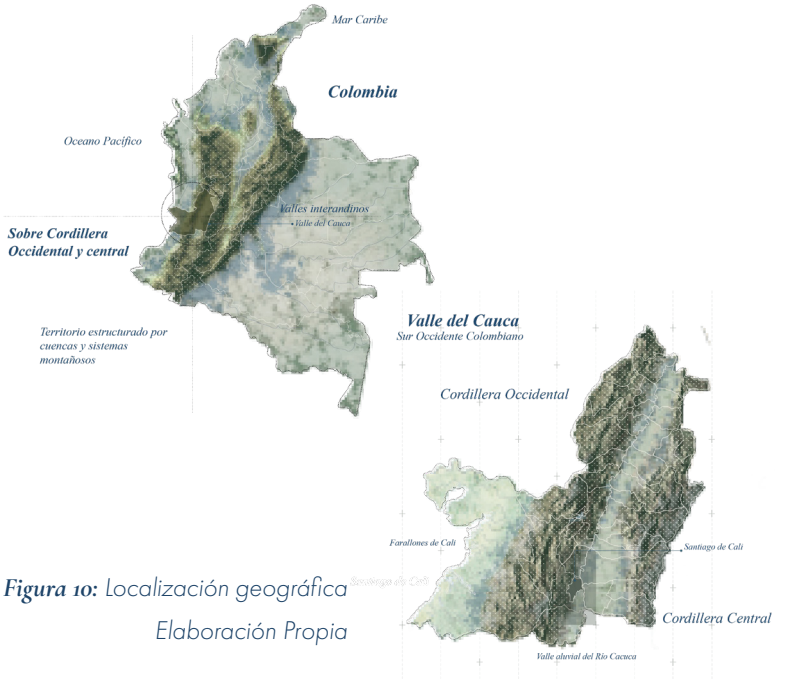


Figura 10: *Localización geográfica*

Elaboración Propia



Imagen 15: *Cerros de la cruz en Cali, vista desde el Antiguo FES*

Fotografía Propia

Dinámicas climáticas y precipitación

La ciudad de Santiago de Cali se localiza en el valle geográfico del río Cauca, cerca de la línea ecuatorial. Esta ubicación geográfica influye de manera significativa en sus condiciones climáticas, dado que la cercanía al ecuador y la configuración topográfica del valle favorecen un régimen térmico relativamente estable con variaciones influenciadas por la altitud y la presencia de la cordillera. En contextos de planificación territorial, el Plan de Ordenamiento Territorial de Cali reconoce que las características ambientales del territorio deben orientar el ordenamiento físico y la gestión del riesgo, incluyendo los relacionados con aspectos hidrometeorológicos del clima urbano (Alcaldía de Santiago de Cali, 2014).

El régimen climático de Cali se caracteriza por un patrón bimodal de precipitación, con dos ciclos de lluvia y dos de sequía a lo largo del año.



Figura 11: *Cartografía de clima y precipitación*

Fuente: *Geovisor IDESC*

Elaboración Propia

Figura 12: *Calendario de precipitaciones*

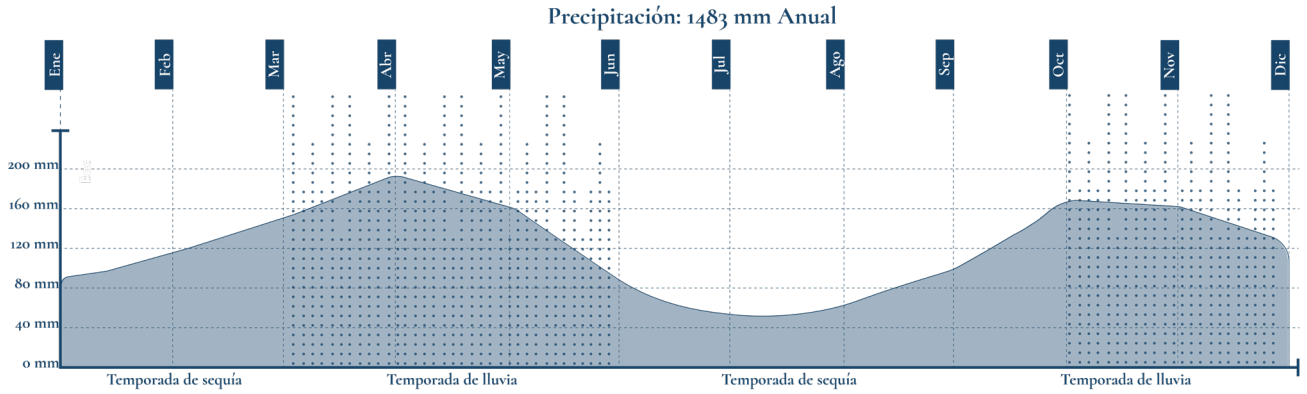
Elaboración Propia

De forma general, los periodos de mayor precipitación suelen presentarse entre los meses de marzo a mayo y de octubre a diciembre, mientras que los periodos más secos se ubican entre enero y febrero, y entre junio y septiembre. Según datos climatológicos del Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón, los valores de precipitación mensual muestran picos de lluvia en los meses tradicionales de invierno y menores precipitaciones en los meses de transición, lo cual evidencia el régimen bi modal propio del clima local (IDEAM, s. f.).

La alternancia de temporadas secas y lluviosas tiene implicaciones directas sobre los sistemas de escorrentía urbana, la recarga de acuíferos superficiales y las dinámicas de inundación. Las lluvias intensas pueden saturar rápidamente el suelo urbano y los sistemas de drenaje, aumentando la probabilidad de eventos de inundación cuando los cauces y la infraestructura no disponen de capacidad suficiente para evacuar el exceso de agua. Por lo tanto, comprender la variabilidad climática y pluviométrica de Cali resulta fundamental para plantear estrategias de gestión del riesgo por inundación y acciones de planificación territorial que incorporen la relación entre clima, agua y ciudad.



Imagen 16: *Lluvia en el centro de la ciudad*
Fotografía Propia



Estructura y forma del territorio

La ciudad de Cali se localiza en un territorio definido por una marcada transición topográfica entre la cordillera Occidental y el valle geográfico del río Cauca. Esta condición genera un relieve diverso y accidentado, donde las pendientes de montaña descienden progresivamente hacia las zonas planas del valle. Esta configuración no solo define la forma del paisaje, sino que también explica la gran riqueza hídrica que caracteriza al territorio.

Las montañas de los Farallones de Cali funcionan como una extensa área de captación natural. En sus laderas se concentran altos niveles de precipitación y procesos constantes de escorrentía, infiltración y recarga hídrica. Debido a la pendiente y a la complejidad del relieve, el agua se moviliza a través de múltiples quebradas, nacimientos y corrientes que descienden hacia el valle, alimentando una red hidrográfica densa y diversa. Este proceso convierte a la topografía en



Figura 13: *Cartografía sistema de topografía*

Fuente: *Geovisor IDESC*

Elaboración Propia

un elemento fundamental para la formación y permanencia del sistema hídrico de la ciudad.

A medida que el agua desciende desde la montaña, se conforman cuencas hidrográficas que estructuran el territorio y conectan los ecosistemas de altura con las zonas urbanas y agrícolas del valle. Los ríos que atraviesan Cali nacen precisamente en estas zonas montañosas y transportan agua, sedimentos y nutrientes a lo largo de su recorrido, configurando paisajes fluviales que han acompañado históricamente el desarrollo de la ciudad.

En este sentido, la topografía accidentada de Cali no representa únicamente una condición geográfica, sino un factor determinante en la construcción de su sistema hídrico. Las pendientes, las montañas y los piedemontes actúan como generadores naturales de agua, permitiendo que el territorio mantenga una relación constante entre relieve, escorrentía y disponibilidad hídrica.



Imagen 17: Topografía y ciudad
Fotografía Propia

Estructura hídrica del territorio

La ciudad de Cali se asienta sobre una riqueza hídrica profunda y diversa. Bajo su suelo se extiende un acuífero regional, que almacena y regula el agua infiltrada desde las laderas, los piedemontes y las áreas bajas del territorio. Este acuífero funciona como una reserva estratégica de agua subterránea, estrechamente conectada con los ríos y con los procesos de infiltración superficial. Este es una estructura viva que responde al equilibrio entre lluvia, escorrentía, recarga y extracción, guardando en el subsuelo la memoria de los flujos que atraviesan la ciudad.

En la superficie, Cali está atravesada y rodeada por una red de nueve ríos que descienden desde los Farallones de Cali y vinculan la montaña con el valle, los cuales son el río Cauca, Meléndez, Lili, Cañaveralejo, Cali, Aguacatal, Pichindé, Felidia y Pance. Cada uno de ellos estructura una cuenca hidrográfica con dinámicas propias, recogiendo aguas de lluvia, nacimientos y quebradas, y definiendo recorridos naturales a través del territo-

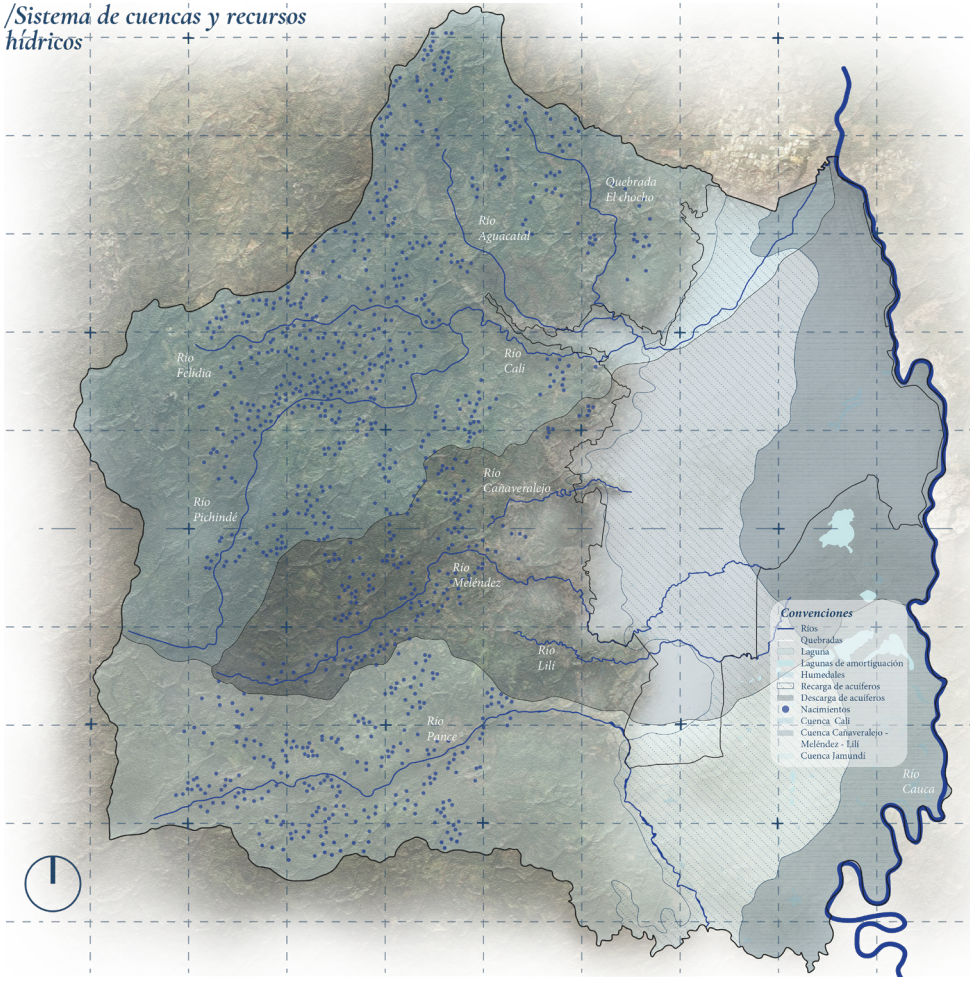


Figura 14: *Cartografía sistema de hídrico*

Fuente: *Geovisor IDESC*

Elaboración Propia



rio. Entre estas, las cuencas del Cañaveralejo, Lili y Meléndez conforman uno de los sistemas más extensos y complejos en relación con el área urbana, mientras que cuencas como Pance, Felidia y Pichindé conservan una relación más directa con los ecosistemas de montaña. En conjunto, todas las cuencas participan en la organización hídrica de la ciudad.

El sistema hídrico no solo abastece y regula, sino que moldea paisajes, sostiene ecosistemas y acompaña las formas de ocupación humana. Reconocer esta riqueza implica entender el agua como una fuerza organizadora del territorio, capaz de conectar lo visible con lo invisible, lo superficial con lo profundo, y de dar sentido a la relación entre ciudad y entorno natural, más allá de su uso inmediato.

Imagen 18: *Río Meléndez*
Fotografía Propia

Funcionamiento de los Acuíferos

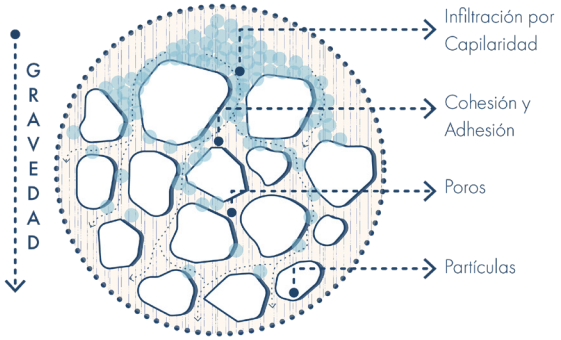


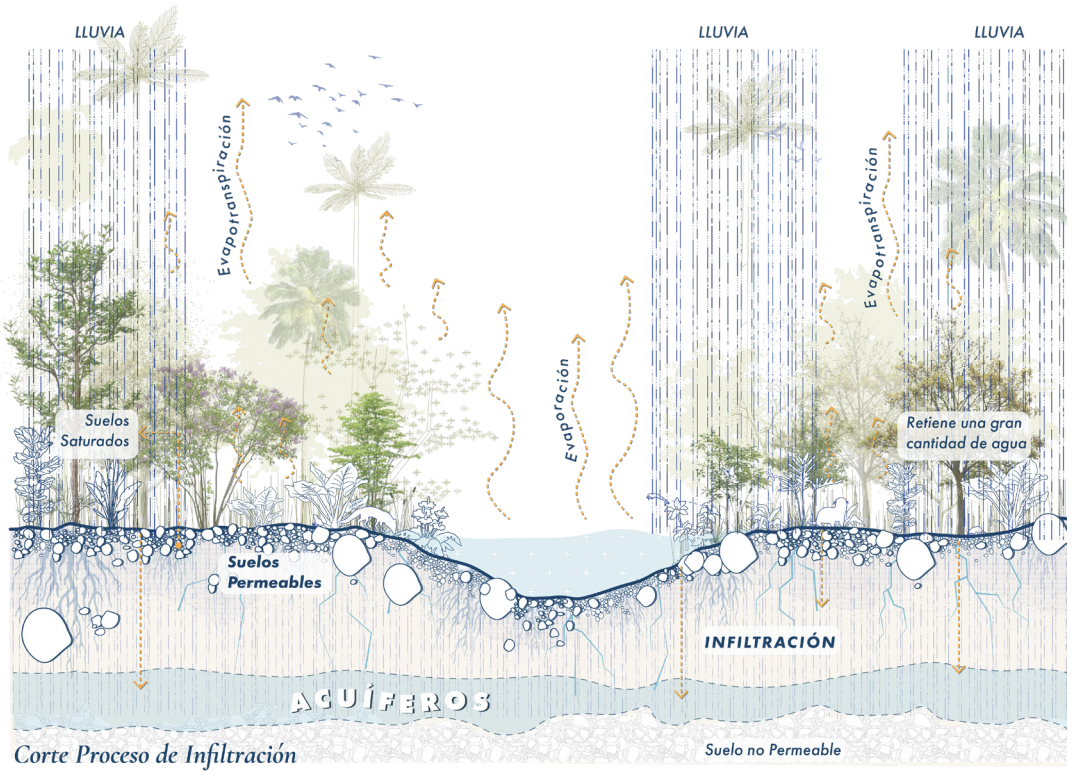
Del **70%** al **90%** de la lluvía se evapora en unas condiciones naturales.

Temporada de sequía:
28 - 50 mm/mes.

Temporada de Invierno:
70 - 125 mm/mes.

Procesos de Infiltarción





Corte Proceso de Infiltración

Cohesión:
Son las fuerzas que mantienen unidas a las moléculas de un mismo líquido

Adhesión:
Son las fuerzas de atracción entre las moléculas del líquido y la superficies sólida con la que está en contacto

Figura 15: *Funcionamiento de los acuíferos*

Elaboración Propia

Relación entre acuíferos y superficie

Los acuíferos son formaciones geológicas del subsuelo capaces de almacenar y transmitir agua subterránea a través de espacios porosos o sistemas de fracturas presentes en los materiales que los conforman. Constituyen una parte fundamental de las reservas de agua dulce del planeta y cumplen un rol estratégico en el abastecimiento hídrico humano, así como en el equilibrio de los sistemas naturales y antrópicos. Su importancia radica en su capacidad para regular la disponibilidad de agua en el tiempo, especialmente durante periodos de sequía, así como en su interacción directa con ríos, manantiales, humedales y otros cuerpos de agua superficiales.

El funcionamiento de los acuíferos se basa principalmente en los procesos de infiltración del agua proveniente de la precipitación. Una vez el agua alcanza la superficie del suelo, una parte se infiltra a través de capas permeables, desplazándose lentamente hasta acumularse en el subsuelo. Este proceso de recarga depende de múltiples factores, entre ellos la permeabilidad del suelo, la cobertura vegetal, la pendiente del terreno y el grado de impermeabilización superficial. Una vez almacenada, el agua subterránea se mueve siguiendo gradientes hidráulicos, alimentando cuerpos de agua superficiales o siendo extraída mediante captaciones para uso doméstico, agrícola o industrial.

Existen diversos tipos de acuíferos, su clasificación responde a características geológicas, estructurales y funcionales. Entre ellos se encuentran los acuíferos fragmentados, los aluviales profundos, los regionales, los de ladera, los mixtos, los aluviales superficiales y los acuíferos costeros. Cada uno presenta dinámicas particulares de recarga, almacenamiento y descarga, determinadas por su contexto geológico, su escala territorial y su



Imagen 19: *Infiltración lenta 1*
Fotografía Propia

relación con el sistema hidrológico superficial. Esta diversidad condiciona su vulnerabilidad frente a procesos de sobreexplotación o contaminación.

En relación con el ciclo hidrológico, los acuíferos actúan como reservorios intermedios que conectan la precipitación, la infiltración y los flujos superficiales. Su presencia permite amortiguar las variaciones estacionales del agua, liberando caudales de manera gradual hacia ríos y manantiales, lo que contribuye a la estabilidad hidrológica de los territorios. Este mecanismo resulta especialmente relevante en contextos urbanos, donde la regulación natural del agua ha sido progresivamente alterada por la expansión de superficies impermeables.

En ciudades con altos niveles de sellamiento del suelo, como consecuencia del crecimiento urbano, la capacidad de recarga de los acuíferos se ve significativamente reducida. La disminución de áreas permeables limita la infiltración, incrementa la escorrentía superficial y debilita la relación entre el agua superficial y subterránea. Esta situación no solo afecta la disponibilidad hídrica a largo plazo, sino que también intensifica fenómenos como inundaciones urbanas, subsidencia del terreno y deterioro de ecosistemas asociados al agua.



Imagen 20: *Infiltración lenta 2*
Fotografía Propia

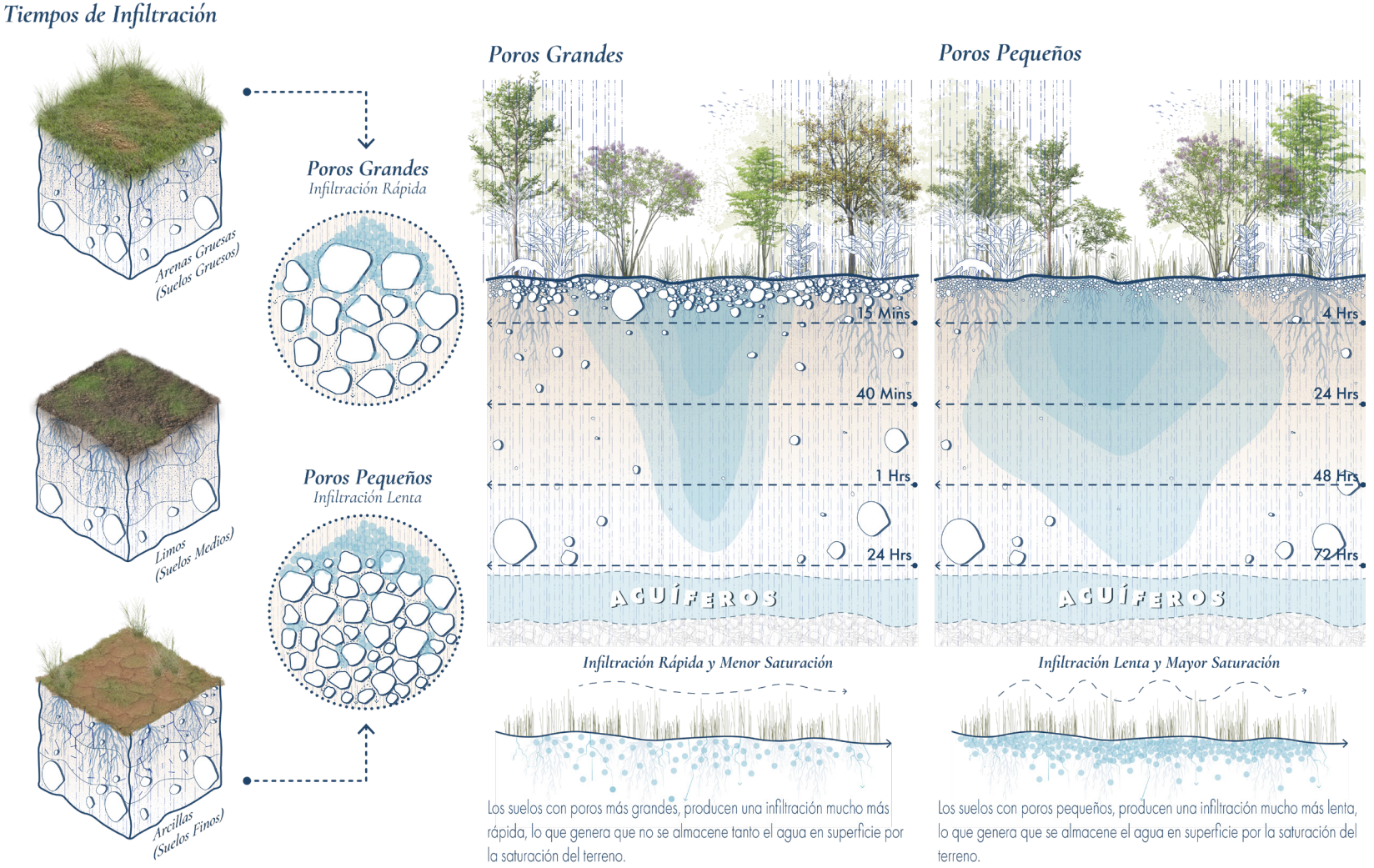


Figura 16: *Tiempo de infiltración*

Elaboración Propia

Sistema de Drenaje

A lo largo del territorio urbano se ha desarrollado una red compuesta por colectores combinados y canales pluviales que permiten conducir las aguas lluvias y, en muchos casos, también las aguas residuales provenientes de la ciudad. Este sistema responde a décadas de expansión urbana y a la necesidad de gestionar grandes volúmenes de agua provenientes tanto de las precipitaciones como de las cuencas que descienden desde la cordillera Occidental. Uno de los componentes más visibles de esta infraestructura son los canales pluviales a cielo abierto, que recorren distintos sectores de la ciudad y que, en conjunto, alcanzan aproximadamente 80 kilómetros de extensión. Estos canales fueron concebidos principalmente para evacuar rápidamente las aguas de escorrentía y reducir el riesgo de inundaciones en áreas urbanizadas. A través de ellos, el agua se moviliza desde barrios y avenidas hacia ríos mayores o hacia sistemas de plantas de tratamiento.

Sin embargo, la escala y complejidad de esta red hidráulica también han generado diversos desafíos. El carácter técnico e ingenieril con el que fueron diseñados muchos de estos canales ha provocado que, en gran parte de la ciudad, sean percibidos como espacios residuales o problemáticos dentro del paisaje urbano. En numerosos casos, los canales se asocian con conta-

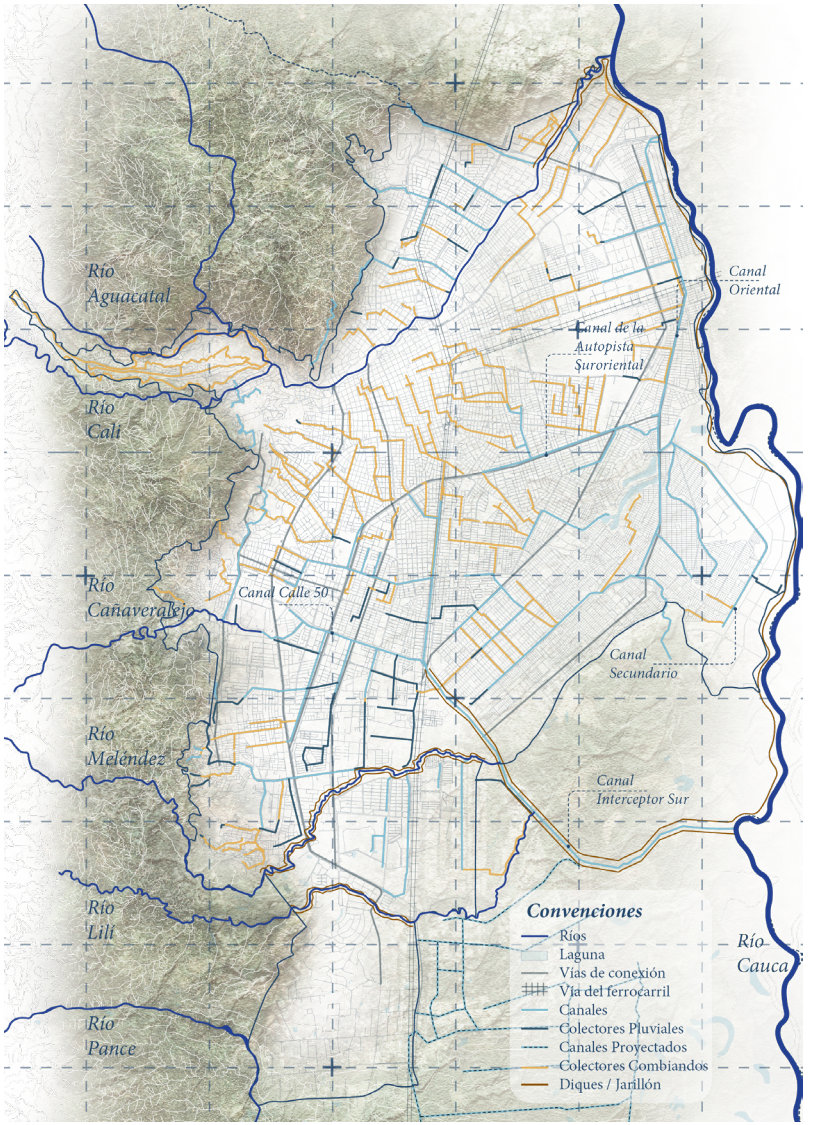


Figura 17: *Cartografía sistema de drenaje*

Fuente: *Alcaldía de Santiago de Cali*

Elaboración Propia

minación, acumulación de residuos y barreras físicas dentro del tejido urbano, lo que ha contribuido a la construcción de una imagen negativa en torno a estas infraestructuras.

A pesar de contar con una red extensa de drenaje, Cali continúa enfrentando episodios recurrentes de inundación durante eventos de lluvia intensa. Factores como la impermeabilización progresiva del suelo, el aumento de la escorrentía urbana, la sedimentación en los canales y las limitaciones propias del sistema combinado evidencian las tensiones existentes entre la infraestructura hidráulica y las dinámicas actuales de la ciudad.



Imagen 21: *Canal Guaduales*
Fotografía Propia

Imagen 22: *Canal Carrera 50*
Fotografía Propia



Sistema de Espacio Público y Red Ecológica

Condición de impermeabilización urbana en la ciudad de Cali

El sistema de espacio público de la ciudad de Santiago de Cali está conformado por un conjunto de áreas destinadas al uso colectivo, entre las que se incluyen parques, zonas verdes, plazas y plazoletas, las cuales cumplen funciones sociales, recreativas y ambientales dentro del territorio urbano. Estos espacios constituyen una infraestructura fundamental para la vida urbana, al posibilitar el encuentro ciudadano, el esparcimiento y la relación directa entre la población y el entorno natural.

De acuerdo con la información del Observatorio de Espacio Público de Cali (OEP), el área total de espacio público en la ciudad alcanza aproximadamente 760 hectáreas, distribuidas principalmente en 487 hectáreas de parques, 255 hectáreas de zonas verdes, 14.8 hectáreas de plazoletas y 3.15 hectáreas de plazas (Alcaldía de Santiago de Cali, s. f.). Esta distribución evidencia una concentración mayoritaria en parques y zonas verdes, mientras que los espacios de menor escala ocupan una proporción reducida dentro del sistema urbano.

Si bien esta cifra puede interpretarse como un volumen significativo de espacio público, su análisis en relación con el área

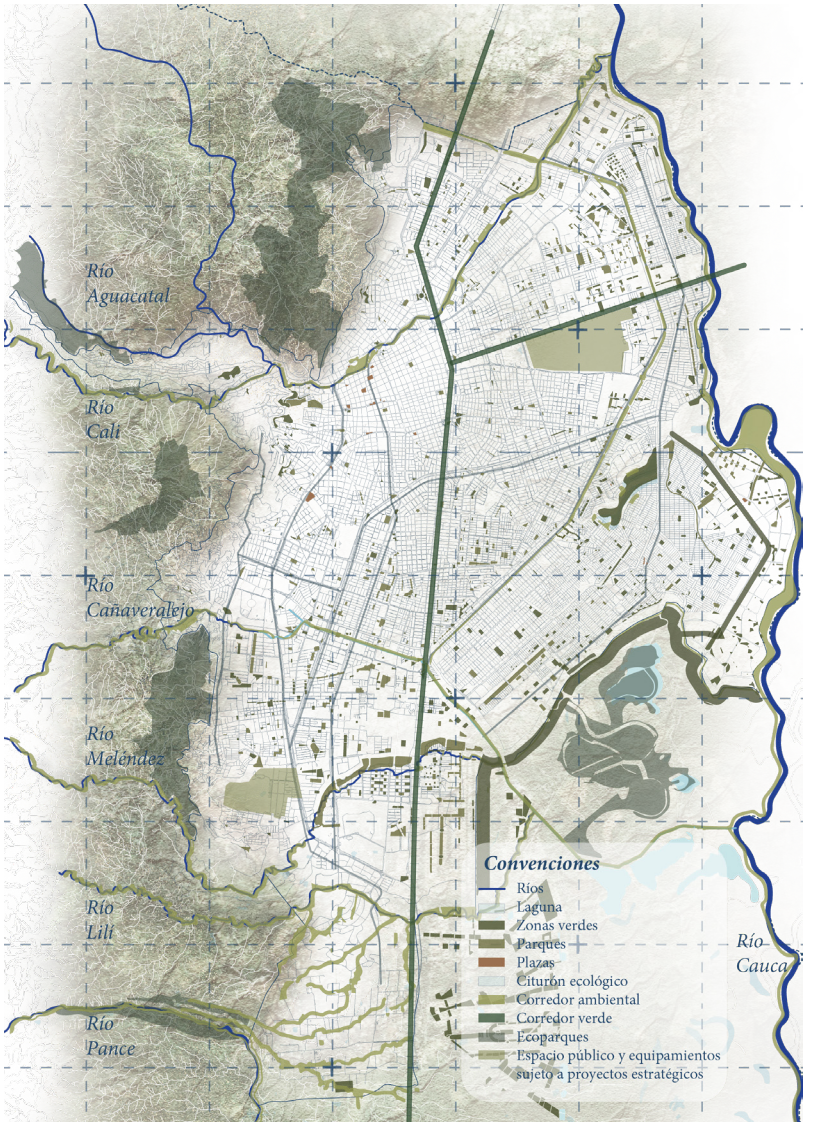


Figura 18: *Cartografía sistema de espacio público*

Fuente: *Alcaldía de Santiago de Cali*

Elaboración Propia

urbana neta de la ciudad evidencia una condición deficiente, especialmente en términos de superficies permeables. Al relacionar el área total de parques y zonas verdes con el suelo urbano consolidado, se estima que únicamente alrededor del 6,3 % del área urbana de Cali corresponde a superficies permeables, lo que pone en evidencia una ciudad mayormente impermeabilizada.

Esta condición limita la capacidad del territorio para absorber, retener e infiltrar las aguas lluvias de manera natural, incrementando los volúmenes de escorrentía superficial y la presión sobre la infraestructura de drenaje existente. La predominancia de superficies duras y selladas dentro del sistema de espacio público reduce su funcionalidad ambiental, debilitando procesos hidrológicos esenciales como la infiltración, la recarga de acuíferos y la regulación de escorrentías, aspectos clave para una gestión urbana sostenible del agua.

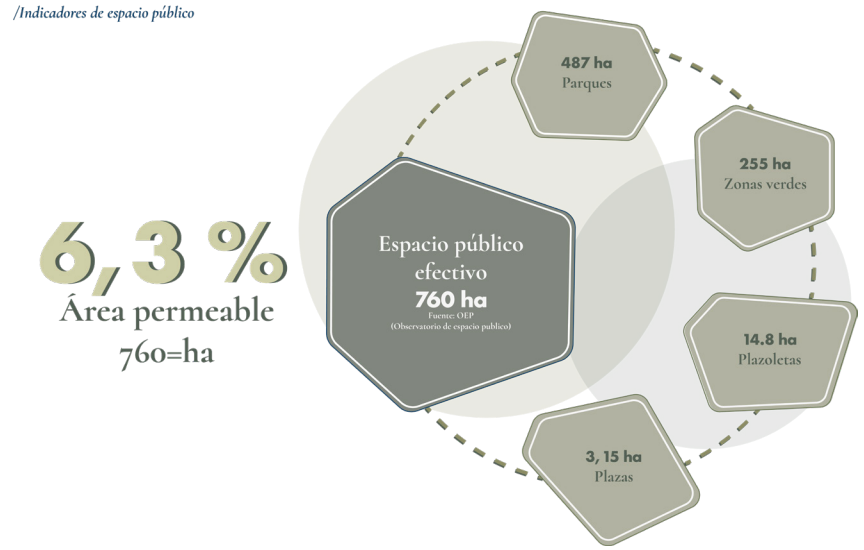


Figura 19: *Indicadores de espacio público*
Fuente: *Observatorio de Espacio Público (OEP)*
Elaboración Propia



Imagen 23: *Paisajes urbanos*
Fotografía Propia



Dinámicas de Expansión del Agua

Las inundaciones en el territorio de Cali ***no pueden entenderse únicamente como eventos extraordinarios o fallas del sistema, sino como manifestaciones naturales de un paisaje construido por el agua.*** La ciudad se asienta sobre un valle aluvial donde, históricamente, los ríos han tenido la necesidad de expandirse, desbordarse y ocupar temporalmente áreas bajas. Estas expansiones no eran anomalías, sino parte del equilibrio natural del territorio, que permitía distribuir caudales, reducir la energía del flujo y mantener la fertilidad de los suelos.

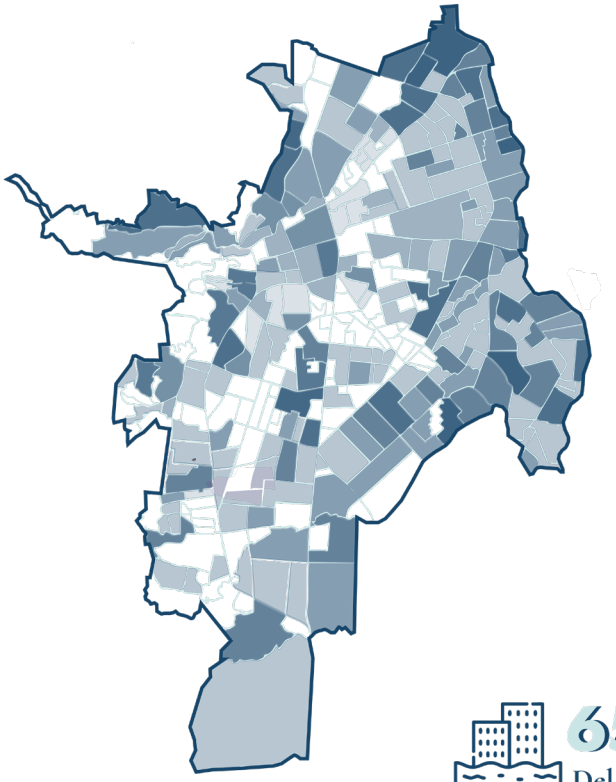
En este contexto, la inundación cumple una función reguladora. Los ríos que descienden desde la montaña y el propio río Cauca han utilizado tradicionalmente las planicies, humedales y zonas de menor cota como ***espacios de alivio hidráulico.*** Allí, el agua encontraba lugar para permanecer, filtrarse y disiparse antes de continuar su recorrido. El territorio, de esta manera, funcionaba como un sistema flexible, capaz de absorber los excedentes hídricos sin generar rupturas.

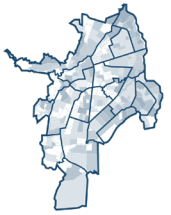
La memoria de estas dinámicas persiste en el paisaje, incluso cuando sus formas visibles han sido transformadas. El agua continúa reconociendo antiguas rutas, depresiones y áreas de acumulación, recordando los espacios que históricamente le pertenecieron. Por ello, la presencia del agua fuera de los cauces no debe interpretarse exclusivamente como una condición negativa, sino como la expresión de un territorio que sigue respondiendo a las leyes que lo estructuraron.

Comprender las inundaciones naturales en Cali implica reconocer que el territorio siempre buscará recuperar sus funciones hídricas, más allá de las intervenciones que se le impongan. La inundación no es un error del paisaje, sino una señal de su funcionamiento profundo. Aceptar esta condición permite leer el territorio desde una lógica más amplia, donde el agua no es un problema a contener, sino una fuerza con la que la ciudad, inevitablemente, debe aprender a convivir.

Imagen 24: *Inundaciones naturales Río Cauca*
Fotografía Propia

/Impactos y afectaciones por inundaciones





1 Escenario de inundación puede afectar **79** barrios de **10** comunas.



En el último registro de inundación se desembolsaron **34.000** millones de pesos en indemnizaciones.



211 inmuebles fueron afectados.



1 Escenario de inundación puede afectar **100** viviendas.



2000 personas se han encontrado perjudicadas y damnificadas por eventos de inundación.



Durante el último registro de inundación en la ciudad **150** viviendas han sido afectadas.

65,6%

Del territorio se inunda en la ciudad.



34,4%

No registra inundaciones.

Figura 20: *Impacto y afectaciones por inundaciones*

Fuente: *Caligov*

Elaboración Propia

Capacidad y Desbordamiento del Sistema de Drenaje

Aunque la ciudad cuenta con un sistema de drenaje diseñado para conducir y amortiguar las aguas lluvias, su funcionamiento se ve limitado por la forma en que el territorio ha sido transformado. La alta impermeabilización del suelo urbano reduce drásticamente la capacidad de infiltración, obligando al agua a desplazarse rápidamente sobre la superficie. ***En gran parte del centro y de los sectores consolidados, el drenaje se resolvió mediante colectores y tuberías cerradas que dependen de sumideros puntuales. Cuando la demanda supera su capacidad, el sistema colapsa***, y la presencia de residuos sólidos termina por obstruir el flujo, agravando la acumulación del agua en el espacio urbano.

En los sectores donde el drenaje se manifiesta a cielo abierto, los canales reciben grandes volúmenes de escorrentía superficial provenientes de áreas altamente impermeables. Estos canales concentran el agua, pero no permiten su infiltración ni su retención temporal, debido a su condición rígida y a la naturaleza del concreto que los conforma. ***Como resultado, el caudal aumenta rápidamente y el canal pierde capacidad de contención, provocando desbordamientos que no responden a un exceso natural del sistema, sino a la imposibilidad del territorio urbano de absorber el agua.***

El sistema, ***pensado para evacuar el agua con rapidez, termina funcionando de manera inversa***, ralentizando el escurrimiento, aumentando el caudal y generando puntos críticos de rebose. En lugar de acompañar la dinámica natural del agua, el drenaje urbano se convierte en un elemento rígido que entra en conflicto con ella.

Adicionalmente, existen sectores de la ciudad donde el manejo del agua se apoya únicamente en redes de alcantarillado y conexiones domiciliarias, sin espacios suficientes para la expansión o regulación del flujo. En estos casos, el territorio demanda áreas de alivio, expansión y amortiguación que hoy no existen. Sin embargo, ampliar la red de tuberías o aumentar la sección de los canales implica altos costos y complejas intervenciones urbanas.

Manifestaciones del agua

Las cartografías elaboradas a partir de los registros históricos de inundaciones en la ciudad de Santiago de Cali permiten identificar una tendencia clara al aumento, tanto en la frecuencia, como en la extensión espacial a lo largo de los años. Al analizar la información por barrios y periodos, se evidencia que las inundaciones, que en el pasado se concentraban en áreas asociadas a dinámicas naturales del territorio, hoy se presentan de manera más recurrente en sectores donde históricamente no se registraban este tipo de afectaciones.

Este comportamiento resulta particularmente significativo, incluso teniendo en cuenta que la ciudad posee actualmente un sistema de drenaje pluvial consolidado, compuesto por una extensa red de colectores y canales de aguas lluvias, diseñados para conducir y evacuar los escurrimientos. Sin embargo, los eventos de inundación han aumentado, ***lo que pone en evidencia una paradoja urbana: el crecimiento de la infraestructura hidráulica no ha sido suficiente para compensar las transformaciones del territorio.***

Las cartografías muestran que, zonas que correspondían a suelos naturales, áreas de absorción o cuerpos de agua temporales, hoy se encuentran densamente urbanizadas y presentan episodios de inundación recurrentes. Esta situación refleja cómo la pérdida progresiva de superficies permeables y la ocupación de áreas que cumplían funciones hidrológicas han

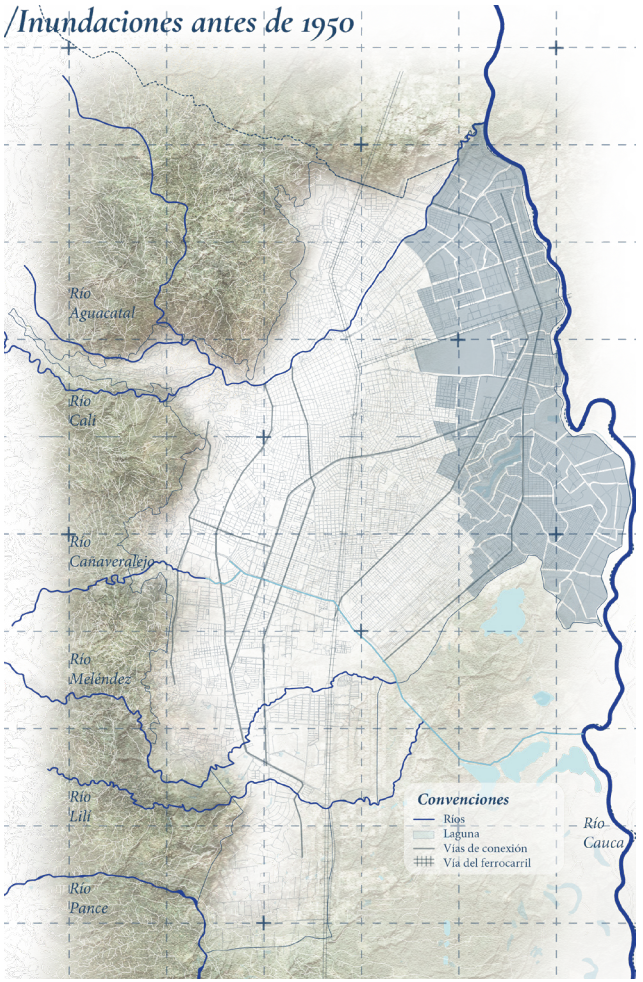


Figura 21: *Cartografía de inundaciones antes de 1950*

Fuente: *EUG Editorial Universidad de Granada*

Elaboración Propia

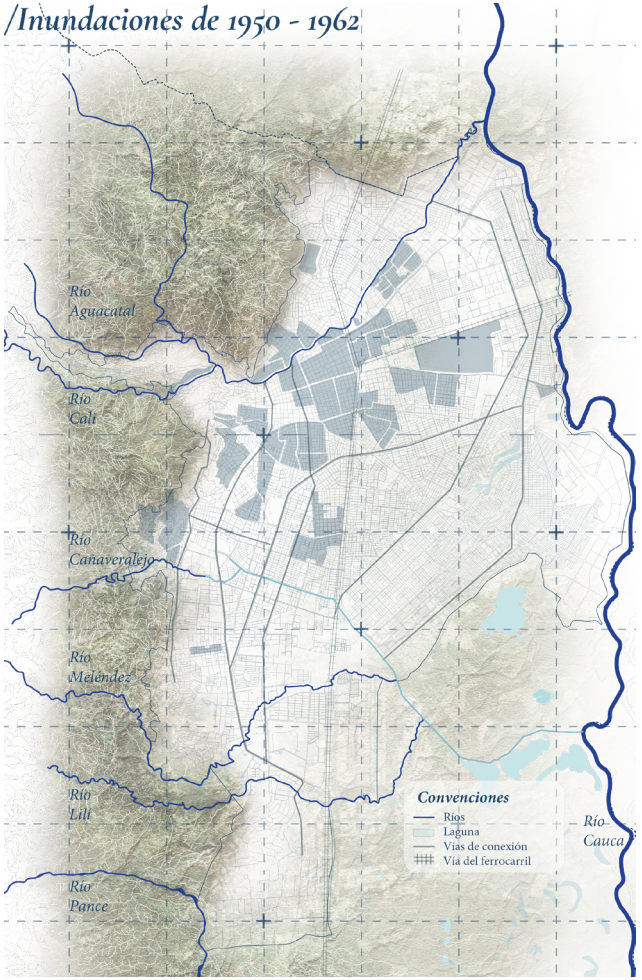


Figura 22: *Cartografía de inundaciones de 1950 - 1962*

Fuente: *EUG Editorial Universidad de Granada*

Elaboración Propia

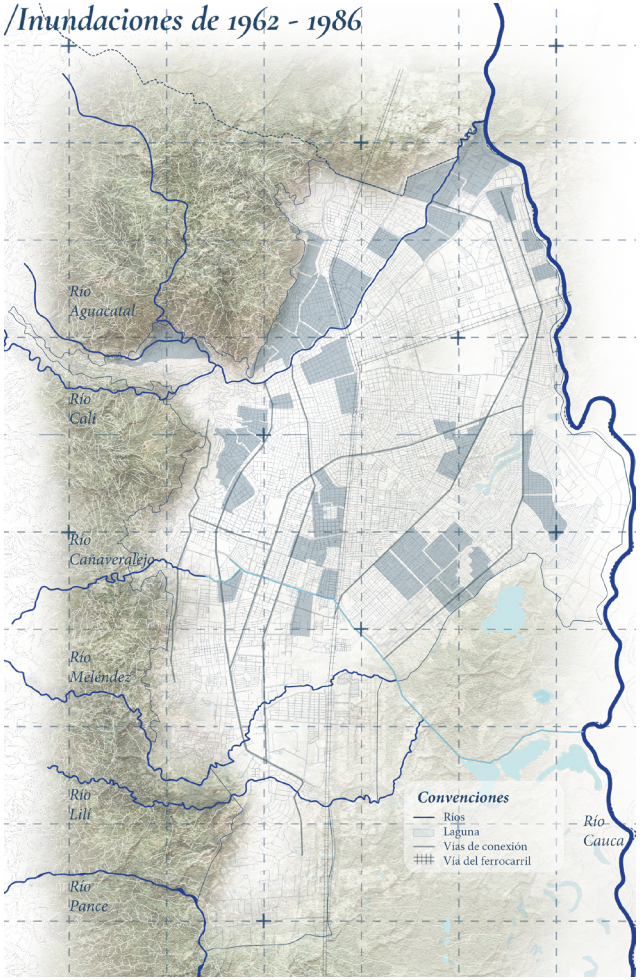


Figura 23: *Cartografía de inundaciones de 1962 - 1986*

Fuente: *EUG Editorial Universidad de Granada*

Elaboración Propia

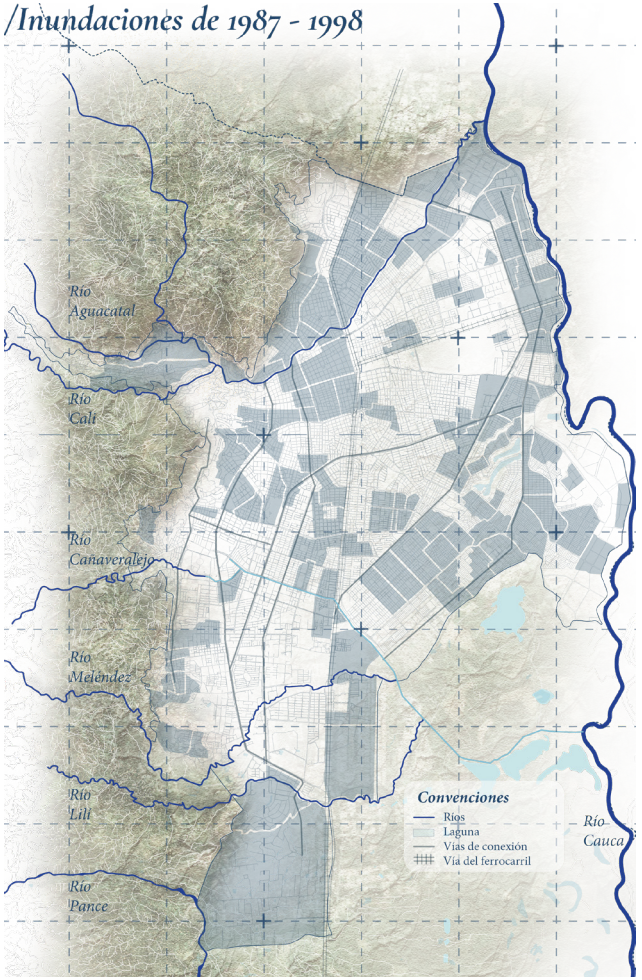


Figura 24: *Cartografía de inundaciones de 1987 - 1998*

Fuente: *EUG Editorial Universidad de Granada*

Elaboración Propia

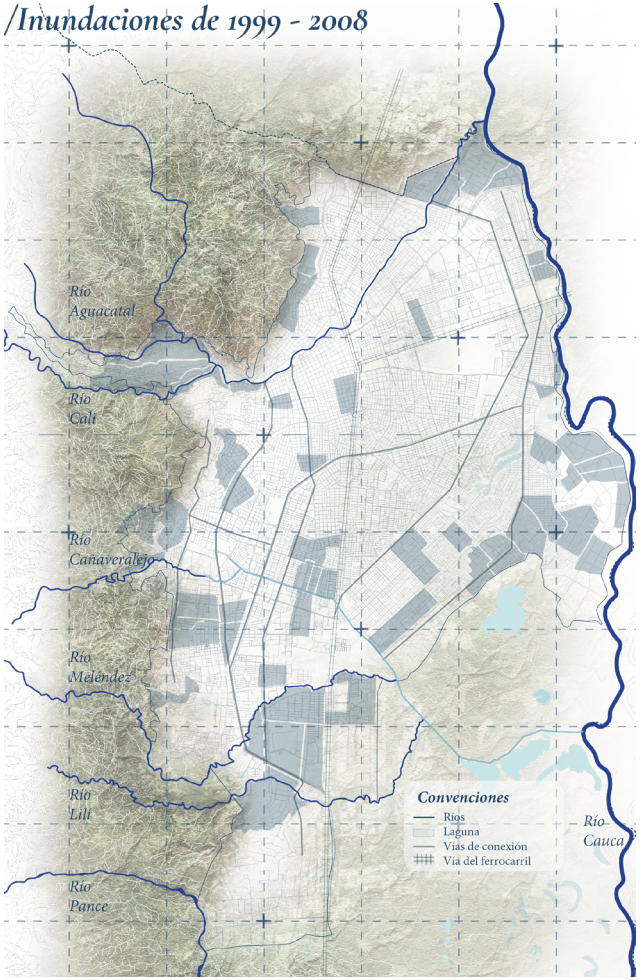


Figura 25: *Cartografía de inundaciones de 1999 - 2008*

Fuente: *EUG Editorial Universidad de Granada*

Elaboración Propia

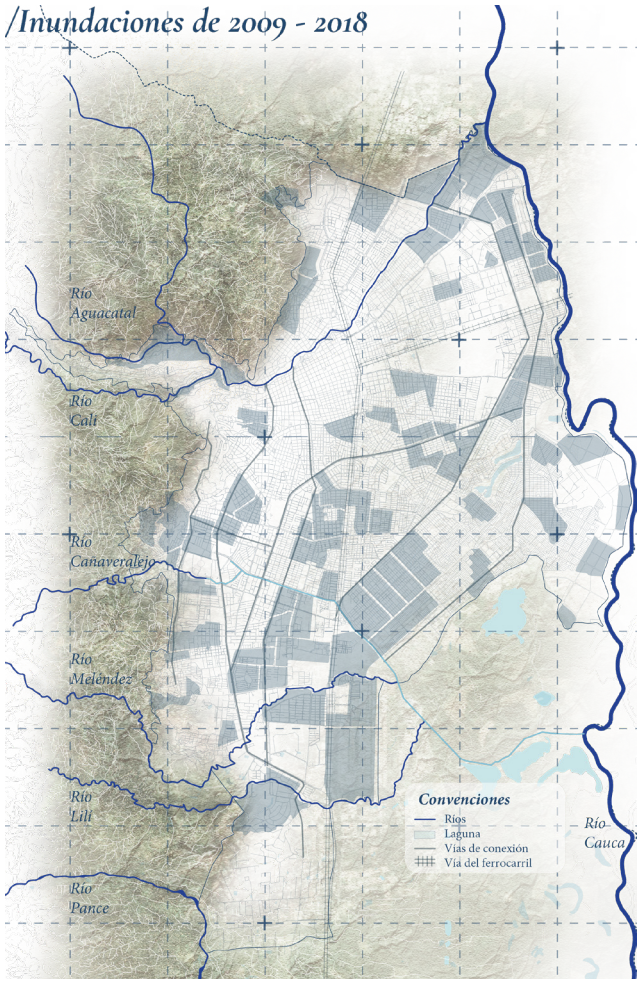


Figura 26: Cartografía de inundaciones de 2009 - 2018

Fuente: EUG Editorial Universidad de Granada

Elaboración Propia

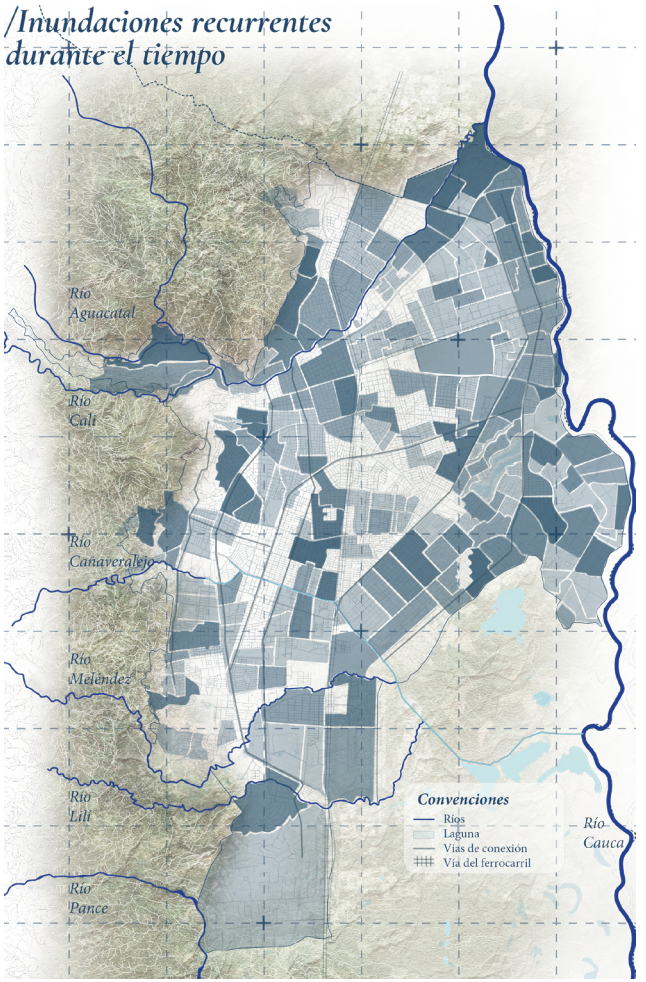


Figura 27: Cartografía de inundaciones superposición

Fuente: EUG Editorial Universidad de Granada

Elaboración Propia

alterado el equilibrio natural del sistema agua–territorio.

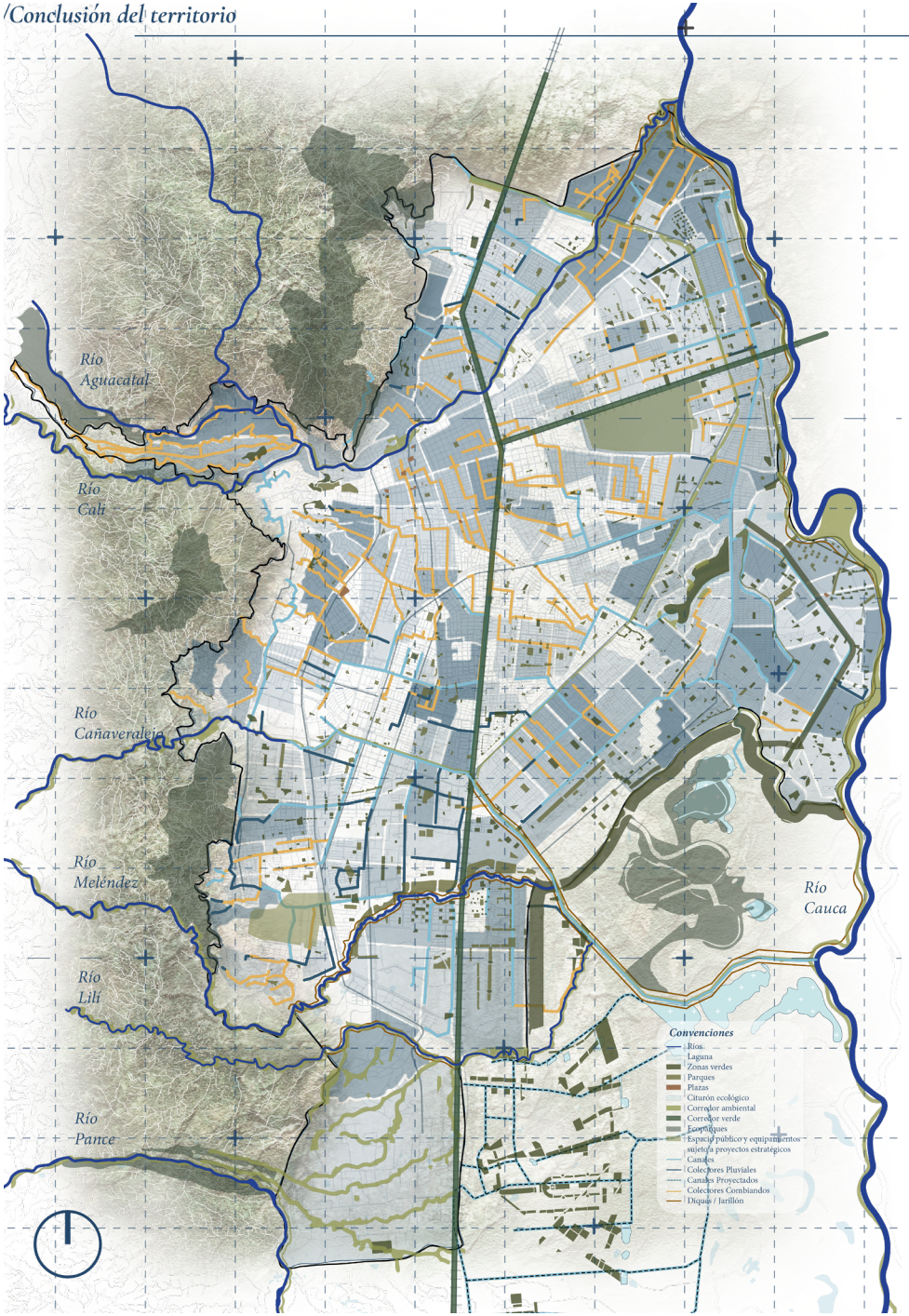
En este contexto, las inundaciones actuales no pueden entenderse únicamente como fallas puntuales del sistema de drenaje, sino como el resultado acumulativo de procesos de impermeabilización, densificación urbana y desconexión entre la ciudad y sus dinámicas hídricas originales.

La superposición de las cartografías de inundaciones con los mapas de espacio público, cuencas hidrográficas y sistema de drenaje de la ciudad de Santiago de Cali permite comprender las causas estructurales que explican el colapso recurrente de los colectores y los canales pluviales a cielo abierto. A su vez, este ejercicio evidencia que las inundaciones no responden a una única condición, sino a dinámicas diferenciadas según la configuración urbana e hidrológica de cada sector de la ciudad.

En las zonas norte y centro, donde se concentra el mayor número de colectores pluviales, la superposición cartográfica revela una alta densificación urbana y una baja proporción de zonas verdes y espacios permeables. La reducción de superficies capaces de infiltrar el agua interrumpe los procesos naturales de recarga del subsuelo, concentrando grandes volúmenes de escorrentía superficial que son dirigidos de manera casi inmediata hacia los sumideros.

En contraste, la zona sur de la ciudad presenta un sistema de drenaje basado principalmente en canales pluviales, acompañado de una mayor presencia de áreas verdes y superficies no impermeabilizadas. Sin embargo, la superposición con el mapa de cuencas hidrográficas evidencia que estos canales reciben aportes provenientes de extensas áreas de drenaje, correspondientes a las cuencas de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili, lo que explica la necesidad de una red amplia y concentrada de canales pluviales a cielo abierto, mayoritariamente localizada en este sector de la ciudad. Esta condición genera una elevada carga hidráulica que, ***durante eventos de lluvia intensa, puede superar la capacidad operativa de los canales, los cuales alcanzan estados de saturación que ralentizan la evacuación del agua.***

Figura 28: *Cartografía conclusión del territorio*
Elaboración Propia


Río
Aguacatal
Río
Cali
Río
Cañaveralejo
Río
Meléndez
Río
Lilí
Río
Pance
Río
Cauca
Convenciones
Ríos
Laguna
Zonas verdes
Parques
Plazas
Cinturón ecológico
Corredor ambiental
Corredor verde
Ecoparques
Espacio público y equipamientos sujetos a proyectos estratégicos
Canales
Colectores Pluviales
Canales Proyectados
Colectores Combiandos
Diques / Jarillón

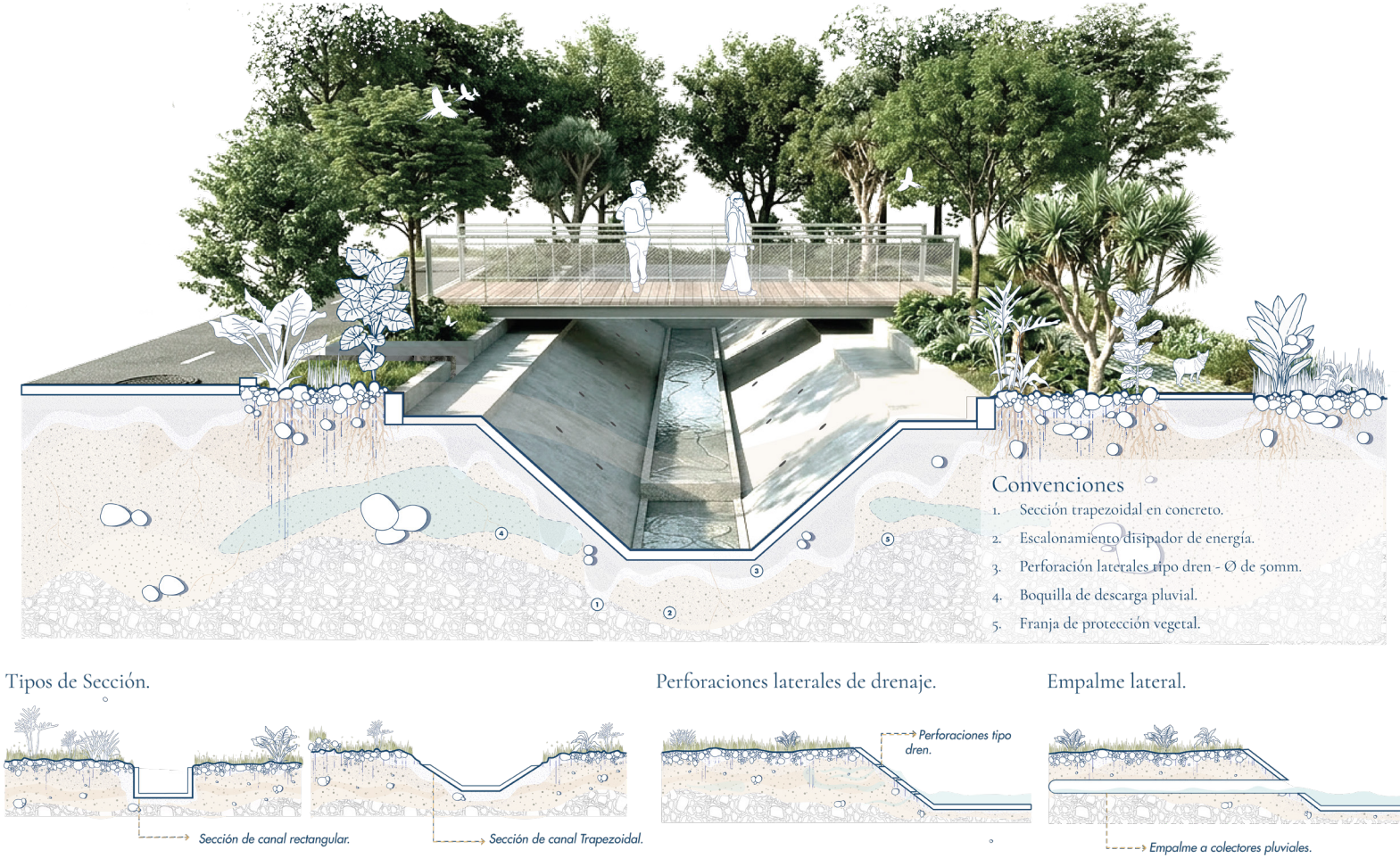


Figura 29: *Composición de un Canal Pluvial*

Elaboración Propia

Sección y Composición del Canal

En la ciudad de Cali, el sistema de drenaje pluvial se estructura a partir de dos componentes, los canales pluviales a cielo abierto y los colectores pluviales cerrados. Estos funcionan de manera articulada y conforman una red que recoge el agua lluvia desde las calles, barrios y subcuencas urbanas, conduciéndola finalmente hacia los ríos y, en última instancia, hacia el río Cauca. ***Esta red fue concebida para evacuar el agua con rapidez***, priorizando la conducción sobre la retención, bajo la lógica de mantener el espacio urbano seco y operativo.

Los colectores pluviales corresponden a infraestructuras cerradas en concreto que recorren la ciudad de forma subterránea. Se alimentan a través de sumideros ubicados en las calles, los cuales captan el agua lluvia superficial y la conduce por tuberías de sección limitada, desembocando, generalmente, en los canales pluviales a cielo abierto, siendo una extensión subterránea de sus subcuencas. Sin embargo, debido a su menor diámetro y capacidad, los colectores colapsan rápidamente durante lluvias intensas, especialmente cuando se presenta acumulación de residuos sólidos. Esta condición se agrava en sectores donde no existen colectores pluviales y el drenaje se soporta únicamente en redes domiciliarias, con tuberías de 12 pulgadas o menores, diseñadas originalmente para aguas residuales y no para grandes volúmenes de escorrentía.

Los canales pluviales a cielo abierto, por su parte, constituyen la infraestructura principal de evacuación. En Cali, predominan canales de sección cuadrada o trapezoidal, construidos en concreto reforzado, cuya función es recibir tanto la escorrentía superficial como las descargas provenientes de colectores y otras conexiones. Su composición impide la infiltración del agua hacia el suelo, obligando a que todo el caudal se concentre dentro del canal. Aunque algunos tramos incorporan escalonamientos o cambios de pendiente con el objetivo de reducir la velocidad del flujo, estas estrategias resultan insuficientes frente a la magnitud del agua que reciben, provocando que el nivel del

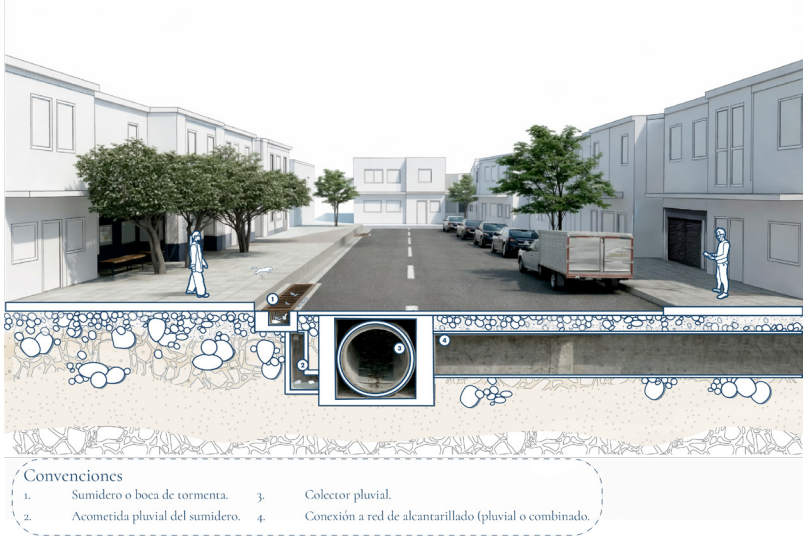


Figura 30: *Composición de un Colector pluvial*
Elaboración Propia

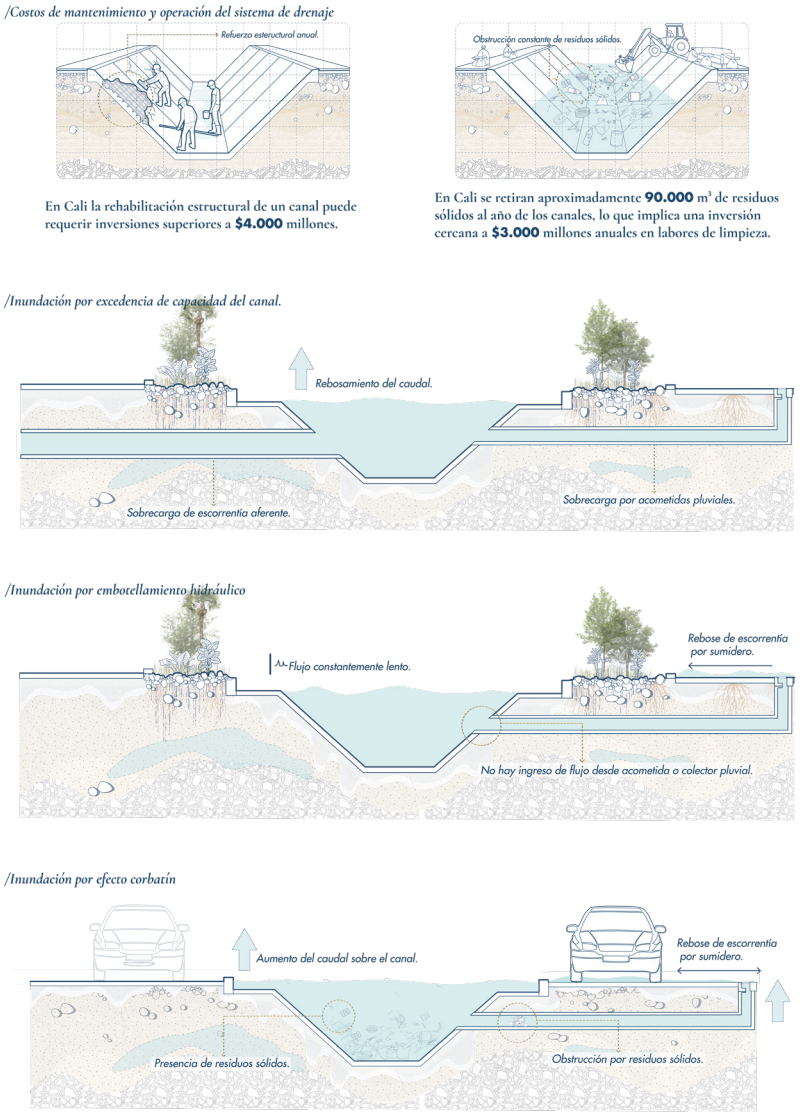


Figura 31: *Costo de mantenimiento y operación del drenaje*

Elaboración Propia

agua ascienda rápidamente hasta rebosar.

A esta condición hidráulica se suma una problemática crítica que es la errada conexión entre redes de aguas lluvias y redes de aguas residuales. En diversos sectores de la ciudad, los canales pluviales reciben descargas de aguas negras provenientes de tuberías sanitarias o conexiones informales, lo que transforma el agua lluvia en un flujo contaminado. Esta mezcla afecta directamente la calidad del agua de los canales y se transmite a los ríos que los reciben. De esta manera, el sistema de drenaje no solo pierde eficiencia hidráulica, sino que se convierte en un vector de contaminación que deteriora los ecosistemas acuáticos y la relación urbana con el agua.

La acumulación de residuos sólidos constituye otro factor determinante en el colapso del sistema. La presencia de basuras, sedimentos y objetos que son arrastrados por la escorrentía se depositan en sumideros, colectores y canales, reduciendo el área útil del flujo, generando represamientos y desbordamientos debido a su obstrucción. El rebose del canal es generalmente el resultado de esta combinación entre sobrecarga hidráulica y falta de capacidad efectiva.

Desde el punto de vista constructivo, los canales cuentan con muros de contención en concreto que, en algunos tramos, incorporan pequeñas perforaciones. Estas funcionan como poros que permiten la salida del escaso volumen de agua que logra infiltrarse en las áreas laterales, principalmente en zonas verdes contiguas. Sin embargo, estas perforaciones son mínimas y no representan un mecanismo real de regulación hídrica. Las aberturas de mayor tamaño corresponden, en realidad, a conexiones directas con colectores, tuberías de sumideros u otras redes, reforzando el carácter del canal como un receptor



Imagen 25: Contaminación en sumideros
Fuente: Revista Semana



Imagen 26: Inundación zona norte de Cali
Fuente: El País



Imagen 27: Inundaciones Nororiente de Cali
Fuente: Noticiero 90 minutos

de flujos más que como un espacio de intercambio con el territorio.

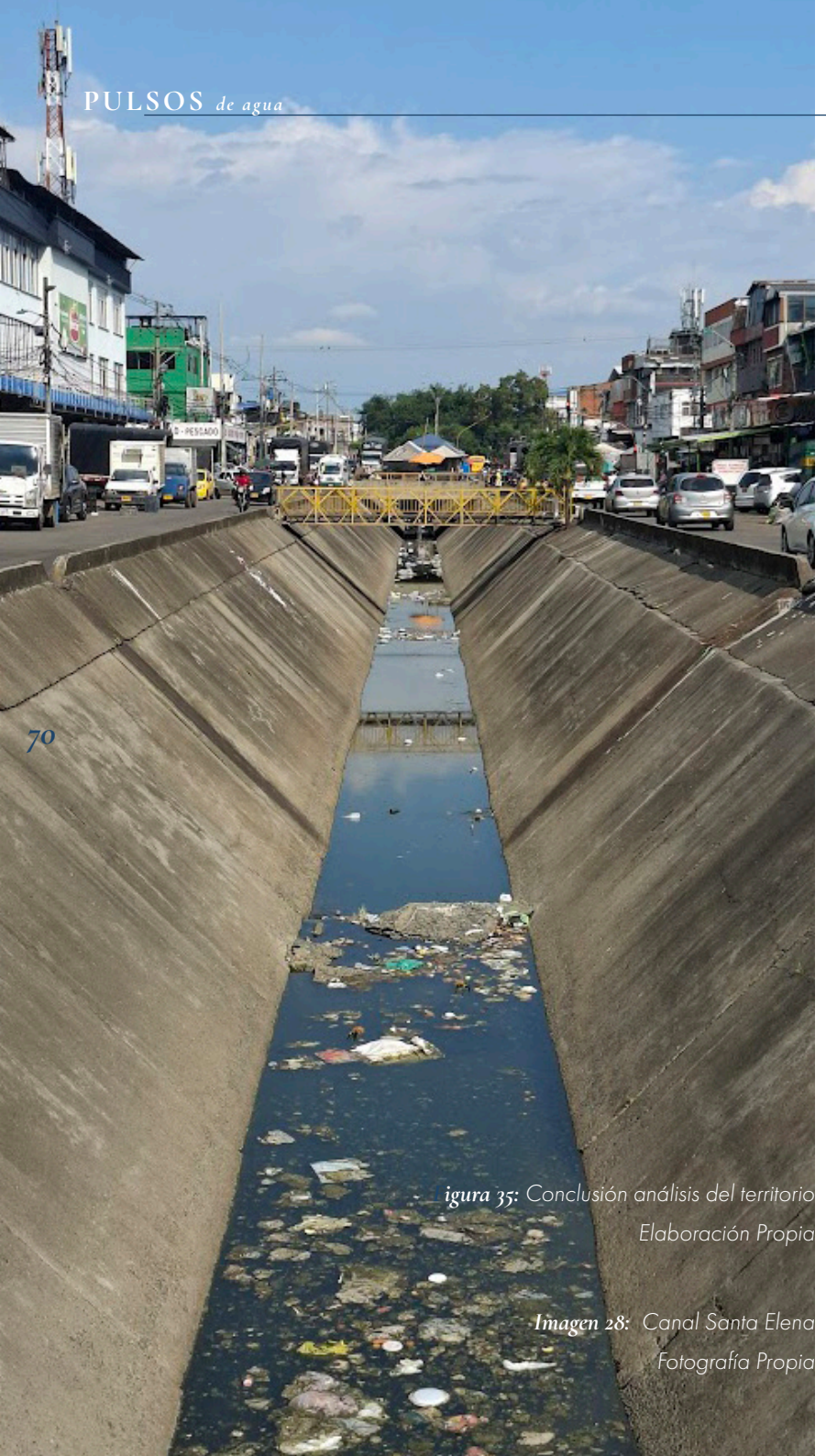
La rigidez estructural del canal provoca que al aumentar el caudal el agua ascienda verticalmente dentro de su sección hasta desbordarse. En este sentido, la inundación urbana no se produce por falta de conducción, sino por la incapacidad del canal para adaptarse a las condiciones reales del territorio. En muchos sectores de la ciudad, sería necesario contar con canales de mayor sección o con infraestructuras abiertas capaces de contener y regular mayores volúmenes de agua. No obstante, este tipo de intervenciones implican altos costos económicos, grandes impactos urbanos y complejas gestiones prediales, lo que las convierte en soluciones difíciles de implementar de manera generalizada.

Esta realidad evidencia que el problema del drenaje en Cali no se resuelve únicamente ampliando canales o redes, sino repensando el sistema desde una lógica territorial. La infraestructura existente responde a una visión técnica fragmentada, que separa el agua del paisaje y del espacio urbano.

Figura 32: Inundación por excedencia del canal
Elaboración Propia

Figura 33: Inundación por embotellamiento hidráulico
Elaboración Propia

Figura 34: Inundación por efecto corbatín
Elaboración Propia



igura 35: Conclusión análisis del territorio

Elaboración Propia

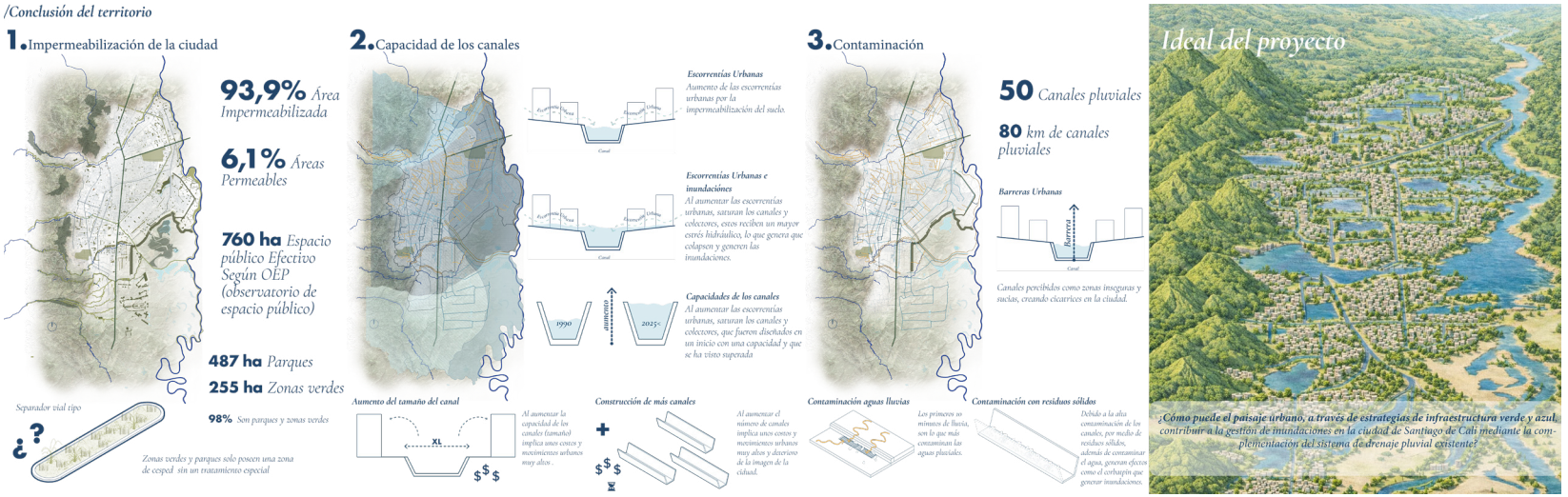
Imagen 28: Canal Santa Elena

Fotografía Propia

Conclusión análisis del Territorio

El análisis integral de las dinámicas de inundación en la ciudad de Santiago de Cali evidencia que esta problemática no responde a una causa aislada, sino a la superposición de múltiples factores estructurales asociados a la forma en que el territorio urbano ha sido gestionado. A partir de las cartografías, el estudio del sistema de drenaje y la lectura hidrológica del territorio, es posible identificar tres problemáticas principales que explican la recurrencia y expansión de los eventos de inundación en la ciudad.

En primer lugar, l***a demanda hidráulica a la que se ven sometidos los canales pluviales y los colectores urbanos ha aumentado de manera significativa.*** La concentración de grandes volúmenes de escorrentía durante eventos de lluvia intensa genera cargas hidráulicas que superan la capacidad operativa de estos sistemas, provocando su saturación y reduciendo la velocidad de evacuación del agua. Esta condición se manifiesta tanto en los canales a cielo abierto como en las redes subterráneas, y se traduce en inundaciones



que implican una incapacidad del sistema para responder de manera oportuna a los caudales recibidos.

En segundo lugar, ***la impermeabilización progresiva del suelo urbano ha fragmentado la relación hídrica natural entre la superficie, el subsuelo y los acuíferos.*** Actualmente, una porción significativa del territorio urbano se encuentra cubierta por superficies impermeables, lo que limita los procesos de infiltración y recarga subterránea, y concentra el agua de lluvia en flujos superficiales que son dirigidos directamente al sistema de drenaje. Esta condición incrementa la presión sobre la infraestructura existente y reduce la capacidad del territorio para regular el agua de manera natural.

Finalmente, ***la contaminación por residuos sólidos constituye un factor crítico que agrava el funcionamiento del sistema de drenaje.*** La acumulación de desechos en calles, sumideros, colectores y canales obstruye el flujo del agua, genera estrangulamientos internos y favorece fenómenos como el denominado "Efecto corbatín". A ello se suma la alta carga contaminante que es arrastrada durante las lluvias, la cual es transportada hacia los canales y, posteriormente, a los ríos urbanos, intensificando la degradación ambiental y reforzando la percepción negativa de estas infraestructuras.

Frente a este escenario, las alternativas tradicionales, como la ampliación de la red de drenaje, el aumento de la sección de los canales o la expansión extensiva de zonas verdes, presentan limitaciones técnicas, económicas y urbanas que dificultan su implementación a gran escala. Es por esto que, se plantea la necesidad de transitar hacia estrategias integrales basadas en infraestructura verde, capaces de reducir la escorrentía, favorecer la infiltración y redistribuir la gestión del agua dentro del sistema urbano, articulando el funcionamiento hidráulico con la estructura ecológica y el espacio público de la ciudad.

C HABITAR *el agua*

Capitulo 03 | Habitando el agua



Autor: Architectus S/S
Ubicación: Fortaleza, Brasil

Imagen 29: Parque Rachel de Queiroz
Fuente: Archdaily

Parque Rachel de Queiroz

El Parque Rachel de Queiroz es un proyecto de parque lineal de gran escala ubicado en la zona oeste de Fortaleza en Brasil, concebido como una estrategia integral de recuperación ambiental, drenaje urbano y activación del espacio público. Con una longitud aproximada de 10 km y una extensión cercana a las 203 hectáreas, el parque conecta áreas verdes existentes a lo largo de ocho barrios mediante la estructura del sistema vial, consolidando un corredor ecológico y social continuo.

El proyecto se desarrolla por etapas, y tiene como eje estructurador el manejo del agua, respondiendo a una zona históricamente afectada por inundaciones, contaminación hídrica y pérdida de áreas permeables. A partir de estudios hidrológicos, se implementó un sistema de nueve lagos artificiales interconectados que funcionan como humedales urbanos, permitiendo la filtración, decantación y fitorremediación de las aguas del riacho Cachoeirinha y de las aguas lluvias.

Estos humedales no solo cumplen una función ambiental, sino que estructuran el paisaje y el uso del parque, integrando espacios deportivos, recreativos, culturales y de permanencia, siendo una infraestructura verde que articula paisaje, agua y ciudad.

Aportes Proyectuales

El Parque Rachel de Queiroz aporta al proyecto una comprensión clara del espacio público como extensión funcional del sistema hídrico, donde la inundación deja de ser un problema para convertirse en un mecanismo de regulación y descanso del agua. El proyecto demuestra cómo un territorio puede asumir de manera controlada los excedentes del río, funcionando como una zona de expansión temporal que desacelera el flujo, reduce los picos de caudal y mejora la calidad del agua antes de su retorno al sistema.

Este enfoque refuerza la idea de concebir la articulación de lagos interconectados y humedales construidos, evidencia la importancia del tiempo del agua como variable de diseño, incorporando procesos de decantación, fitorremediación e infiltración progresiva.

Asimismo, el proyecto aporta criterios para integrar paisaje, ecología y programa urbano, mostrando que las zonas inundables pueden ser espacios de alta apropiación social cuando el diseño acompaña los ciclos naturales. Esta lógica fortalece la propuesta al validar que el descanso del río dentro de la ciudad no solo es posible, sino necesario para construir sistemas urbanos más resilientes, adaptativos y coherentes con el territorio hídrico existente.



Imagen 30: *Parque Rachel de Queiroz*

Fuente: *Archdaily*



Imagen 31: *Parque Rachel de Queiroz*

Fuente: *Archdaily*



Autor: Turenscape
Ubicación: Tianjin, China

Imagen 32: *Tianjin Qiaoyuan Wetland Park*
Fuente: *Turenscape*

Tianjin Qiaoyuan Wetland Park

El Parque Humedal Qiaoyuan, ubicado en la ciudad de Tianjin, China, es un proyecto de 22 hectáreas desarrollado como respuesta a la degradación ambiental causada por la rápida urbanización. El área, anteriormente utilizada como campo de tiro y vertedero informal, funcionaba como punto de descarga de aguas lluvias, presentando altos niveles de contaminación y suelos salino-alcalinos. Frente a este escenario, el proyecto adopta una estrategia de diseño regenerativo, orientada a recuperar los procesos naturales del paisaje con un bajo requerimiento de mantenimiento.

La propuesta se estructura a partir de la creación de una serie de estanques de diferentes profundidades y diámetros, que permiten contener, filtrar y depurar el agua lluvia, generando humedales, charcas estacionales y áreas secas según las condiciones climáticas y el nivel freático. Este sistema favorece la mejora progresiva del suelo y la evolución natural de comunidades vegetales adaptadas a distintas condiciones de humedad y pH.

El parque integra funciones ecológicas, educativas y recreativas, promoviendo la comprensión de los sistemas naturales y la adaptación del paisaje urbano al agua.

Aportes Proyectuales

El proyecto aporta una nueva forma de entender la relación ciudad–río desde la convivencia con la dinámica natural del agua. Al concebir el área como una zona inundable o descansadero del río, el diseño asume la inundación como un proceso funcional y no como una amenaza. Esto permitió integrar estrategias de retención, laminación y disipación de energía dentro del espacio público y el paisaje. Además, el proyecto introduce una infraestructura verde–azul capaz de reducir caudales pico y desacelerar los flujos en eventos de lluvia intensa.

A nivel espacial, el diseño genera transiciones graduales entre lo seco y lo inundable, fortaleciendo la resiliencia del territorio. Este proyecto evidencia una lectura sistémica del agua, donde el río, los humedales y el suelo trabajan de manera conjunta. El proyecto también enriquece el diseño urbano al crear espacios flexibles, que cambian según las condiciones climáticas. Desde el paisaje, se prioriza la restauración ecológica y el fortalecimiento de la estructura vegetal adaptada a inundaciones. Esto aporta un valor ambiental, social y pedagógico al proyecto, al hacer visible el ciclo del agua. En conjunto, el proyecto propone un modelo replicable de diseño sensible al agua, alineado con los retos climáticos actuales.



Imagen 33: *Tianjin Qiaoyuan Wetland Park*

Fuente: *Turenscape*



Imagen 34: *Tianjin Qiaoyuan Wetland Park*

Fuente: *Turenscape*



Autor: *Geografica Sur, EMS, Cosme arquitectura, Rojas Arquitectos, TAP*
Ubicación: *Rionegro, Colombia*

Imagen 35: *Concurso Paisajes del agua*
Fuente: *Archdaily*

Paisajes del Agua

El proyecto Río Parque Memorias del Agua, ganador del Primer Premio del Concurso Paisajes del Agua en Antioquia, propone una reconciliación profunda entre las dinámicas urbanas y ambientales del territorio en Rionegro. El proyecto, desarrollado por un equipo interdisciplinar de oficinas de arquitectura y paisaje, reconoce al río como el primer paisaje del territorio, un sistema vivo imposible de contener, pero sí de habitar y regular. La propuesta entiende la inundación no como un problema, sino como una oportunidad paisajística, ambiental y pedagógica. Su estrategia principal se basa en cambios de nivel y juegos topográficos, permitiendo la convivencia controlada entre el agua y la ciudad. El río deja de ser un parque aislado para convertirse en un sistema integrado a la vida urbana, articulando patrimonio ambiental y sociocultural. El diseño genera escenarios de agua que promueven la educación ambiental y el reconocimiento del ciclo hídrico, que, a través de unidades de paisaje y vocaciones específicas, se fortalecen la biodiversidad, la percepción sensorial y el tejido social. El proyecto plantea nuevos paisajes plurales, donde lo construido y lo natural se diluyen, fomentando una relación consciente, sensible y activa entre los habitantes y el río.

Aportes Proyectuales

Este proyecto aporta a la propuesta una manera clara de entender el territorio inundable no como un vacío o una amenaza, sino como un espacio público activo y adaptable al régimen del agua. Esto permite asumir el río y sus crecidas como parte del diseño, incorporando infraestructuras pequeñas y flexibles que conviven con los cambios de nivel.

A partir de este referente, el presente proyecto adopta estrategias topográficas y paisajísticas que permiten el uso cotidiano del espacio en condiciones secas, y durante su transformación controlada en eventos de inundación. Por esto, se retoma la idea de microinfraestructuras — senderos elevados, plataformas, bordes vegetados, mobiliarios y espacios de estancia— como elementos que no interrumpen el funcionamiento hidráulico, sino que lo acompañan.

Asimismo, se consolida el valor del espacio público como mediador entre lo urbano y lo natural, demostrando que es posible diseñar desde la coexistencia en lugar de la imposición. Este enfoque aporta una visión proyectual realista, sensible y replicable para la gestión del riesgo y la construcción de paisajes resilientes.



Imagen 36: Concurso Paisajes del agua

Fuente: Archdaily

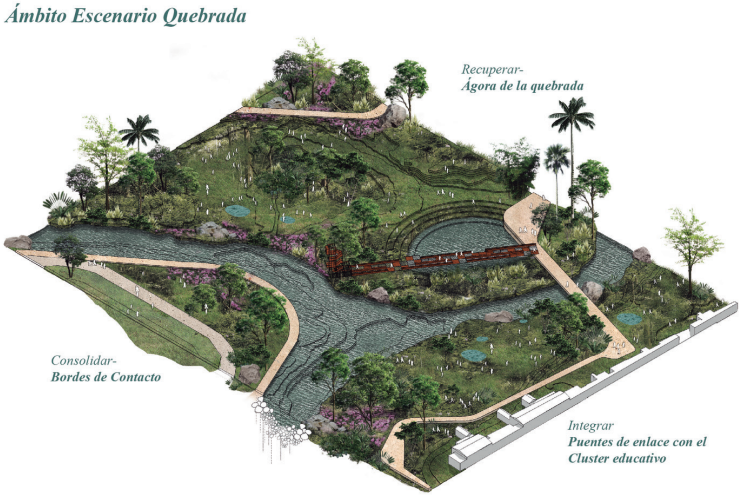


Imagen 37: Concurso Paisajes del agua

Fuente: Archdaily



Autor: Alcuadrado arquitectos
Ubicación: Santiago de Cali, Colombia

Imagen 38: Bulevar de Oriente
Fuente: EntreEstilos

Bulevar de Oriente

El proyecto Bulevar de Oriente, desarrollado por Alcuadrado Arquitectos S.A.S, se ubica en la comuna 14 de Santiago de Cali, entre los barrios Alfonso Bonilla Aragón y Marroquín II. La intervención se extiende a lo largo de un corredor peatonal de aproximadamente 1,2 km, con un área cercana a los 48.000 m² de espacio público. El proyecto transforma un antiguo canal degradado en uno de los cinco "Parques para la Vida" de la ciudad, resignificando un espacio históricamente marcado por la segregación urbana, social y ambiental. La propuesta articula componentes urbanos, ambientales y sociales, priorizando al peatón y al ciclista. El bulevar integra escenarios deportivos, culturales, pedagógicos y recreativos, fortaleciendo la vida comunitaria. En el proyecto se incorporan módulos comerciales para fomentar el desarrollo económico local, y pabellones culturales para expresiones artísticas del territorio. La intervención incluye una galería de murales realizada por artistas locales, consolidando identidad y apropiación social. A nivel ambiental, el proyecto implementa vegetación urbana, huertas comunitarias y sistemas de drenaje sostenible a lo largo del corredor. Estas estrategias permiten gestionar las aguas lluvias, mejorar la calidad ambiental y promover la sostenibilidad del espacio público.

Aportes Proyectuales

El Bulevar de Oriente aporta al proyecto la comprensión del parque lineal como una infraestructura pública continua capaz de coser territorios fragmentados. El bulevar refuerza la idea de que el espacio público es un elemento estructurante del paisaje urbano, demostrando cómo antiguos canales o trazas hidráulicas degradadas pueden redefinirse como corredores vivos de encuentro social y ambiental. Desde el diseño, se evidencia la intención de priorizar al peatón y al ciclista al generar recorridos accesibles y legibles que acompañan el agua sin intentar dominarla. Por su parte, la incorporación de programas múltiples a lo largo del eje lineal permite activar el espacio en distintos tramos y momentos del día, lo que aporta estrategias con microinfraestructuras que dialogan con el agua sin competir con ella. En el presente proyecto, esto se traduce en la posibilidad de implantar infraestructuras livianas y adaptables dentro de la zona inundable.

El referente también evidencia el valor de la apropiación social como garantía de sostenibilidad del parque. La integración de sistemas de drenaje sostenible refuerza la idea del parque lineal como dispositivo de gestión hídrica. Es por esto que, el Bulevar de Oriente aporta una visión donde paisaje, memoria ambiental y vida cotidiana se integran fortaleciendo el carácter del río como espacio público activo y no como borde residual.



Imagen 39: *Bulevar de Oriente*

Fuente: *EntreEstilos*



Imagen 40: *Bulevar de Oriente*

Fuente: *EntreEstilos*

D PULSOS *de agua*

Capitulo 04 | Proyecto

Idea del Proyecto

El territorio de Cali ha sido históricamente un territorio inundable. El agua que desciende desde los Farallones llegaba al valle y encontraba espacios donde expandirse, infiltrarse y desacelerar su recorrido hacia el río Cauca, permitiendo que la inundación funcionara como un mecanismo natural de regulación del territorio. Esta condición no solo hacía parte del funcionamiento hídrico, sino que estructuraba el paisaje, permitiendo la recarga de acuíferos, la fertilización de suelos y la existencia de ecosistemas asociados al agua.

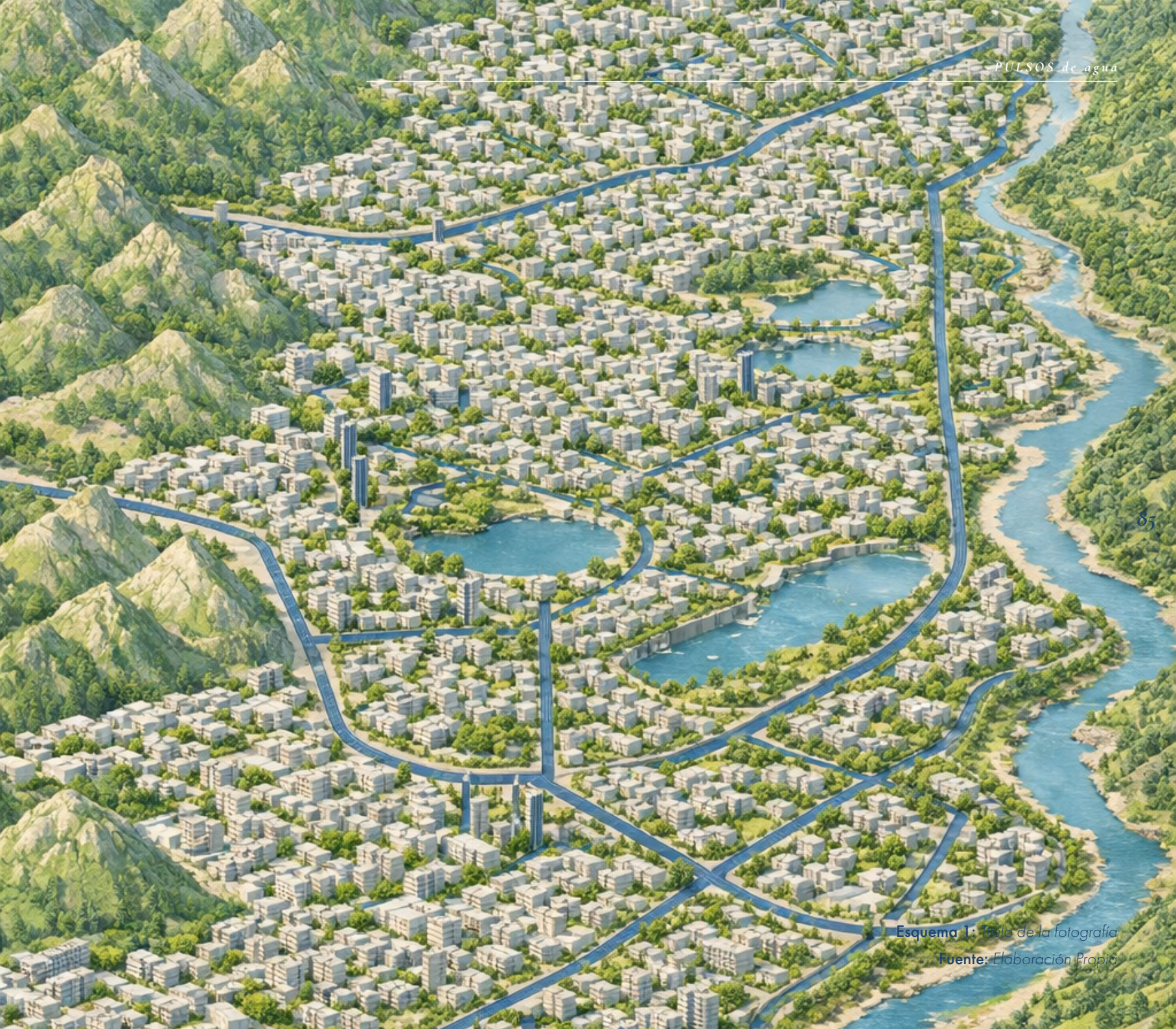
Con la consolidación de la ciudad, gran parte de estas áreas de expansión del agua fue ocupada y el manejo del agua pasó a depender principalmente de una red de canales y colectores diseñada para drenar rápidamente la escorrentía. Estas infraestructuras fueron concebidas para evacuar el agua de forma eficiente; sin embargo, al no responder completamente a las dinámicas naturales del territorio, ni a la variabilidad de los eventos climáticos, resultan insuficientes para gestionar los volúmenes generados durante lluvias intensas. Como consecuencia, el sistema se ve sometido a altas presiones hidráulicas, aumentando el riesgo de desbordamientos e inundaciones en distintos sectores de la ciudad.

Reconociendo tanto la condición inundable del territorio como la existencia de una ciudad consolidada, el proyecto no busca eliminar las inundaciones ni revertir completamente las transformaciones urbanas, sino complementar el sistema actual a partir de una lectura más integral del agua en la ciudad. En este sentido, se propone articular el sistema de drenaje existente con infraestructuras verdes y azules que permitan reintroducir, de manera controlada, procesos de almacenamiento, infiltración y regulación hídrica dentro del entorno urbano.

Para ello se proponen los Pulsos de agua, entendidos como espacios estratégicos donde infraestructuras verdes y azules actualmente disociadas se vinculan al sistema de drenaje urbano. Estos espacios permiten almacenar, infiltrar y desacelerar temporalmente el agua, generando puntos de respiro dentro de la red hidráulica. A través de su implementación, parte de la escorrentía puede abandonar momentáneamente la lógica de conducción rápida y relacionarse nuevamente con el suelo, la vegetación y el paisaje.

De esta manera, los pulsos contribuyen a reducir la presión sobre los canales existentes, optimizar su funcionamiento y gestionar las inundaciones de forma más acorde con el comportamiento natural del territorio, promoviendo una relación más equilibrada entre la ciudad y el agua.

Figura 36: *Imagen idea del proyecto*
Elaboración Propia



Esquema 1: *Título de la fotografía*

Fuente: *Elaboración Propia*

Lineamientos del proyecto

El proyecto se estructura a partir de una serie de lineamientos que funcionan como estrategias de apoyo para sincronizar el sistema de drenaje existente con una infraestructura capaz de acompañar el comportamiento natural del agua en el territorio.

La estrategia de ***vincular*** *"Parques amigos"* propone vincular infraestructuras verdes existentes para que funcionen como espacios de apoyo (Zonas de inundación controlada) al sistema de drenaje, los canales pluviales abiertos. Estos espacios permiten la expansión e inundación cuando el canal alcanza su capacidad máxima, ayudando a reducir la presión hidráulica.

La estrategia de ***almacenar*** *"Pausa del agua"* se enfoca en apoyar el funcionamiento de los colectores pluviales soterrados mediante sistemas de almacenamiento temporal de agua lluvia. Se ubican bajo infraestructuras duras existentes, como parqueaderos, plazas o canchas, permitiendo retener parte del caudal durante lluvias intensas y disminuir el colapso del sistema.

La estrategia ***renaturalizar*** *"Infraestructuras vivas"* actúa como una estrategia transversal orientada a reintroducir procesos naturales en infraestructuras artificializadas.

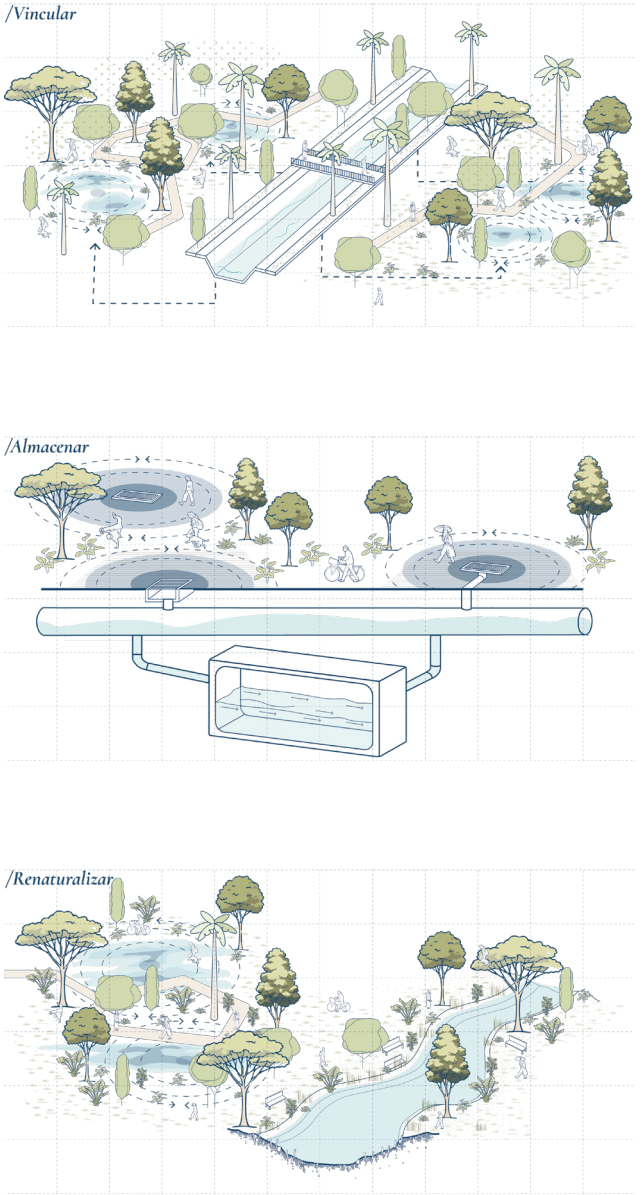


Figura 37: *Lineamientos del proyecto*
Elaboración Propia

Objetivos de Desarrollo Sostenible

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por las Naciones Unidas, establece un marco global orientado a enfrentar de manera integral los desafíos sociales, ambientales y urbanos que caracterizan a las ciudades contemporáneas. A través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), esta agenda propone metas interrelacionadas que buscan garantizar el bienestar humano, la protección de los ecosistemas y la construcción de entornos urbanos más resilientes, equitativos y sostenibles. En este contexto, los proyectos urbanos que abordan problemáticas complejas como la gestión del agua adquieren un papel estratégico en la materialización de estos objetivos a escala local. El proyecto se articula de manera directa con el ODS 6, orientado a garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento. La propuesta de infraestructuras verdes para la gestión de inundaciones urbanas permite mejorar la calidad del agua de escorrentía, reducir la carga contaminante que llega a los canales y ríos, y favorecer procesos naturales de filtración e infiltración. De esta forma, se contribuye no solo a mitigar eventos de inundación, sino también a fortalecer el ciclo hidrológico urbano y a disminuir los impactos negativos sobre los cuerpos de agua receptores.

Adicionalmente, el fortalecimiento de la infraestructura verde urbana contribuye al cumplimiento del ODS 13, al aumentar la resiliencia de la ciudad frente al cambio climático, y del ODS 15, al favorecer la protección y restauración de ecosistemas urbanos y periurbanos. En conjunto, el proyecto se posiciona como una estrategia integral que permite avanzar de manera concreta hacia los objetivos sostenibles de la ciudad.



Figura 38: Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)
Fuente: ONU

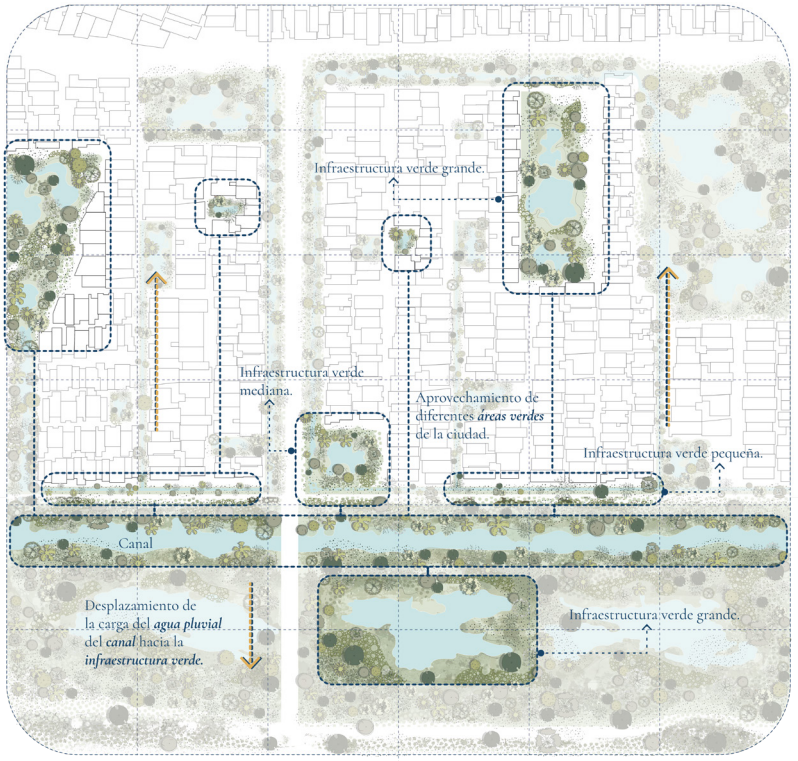


Figura 39: *Funcionamiento de un Parque Amigo*

Elaboración Propia

Figura 40: *Tipologías de Parques Amigos - Actual*

Elaboración Propia

Figura 41: *Tipologías de Parques Amigos - Propuesta*

Elaboración Propia

Parques Amigos

Vincular *infraestructuras verdes*

Los parques amigos se conciben como infraestructuras verdes asociadas a los canales de aguas lluvias, diseñadas para apoyar el sistema de drenaje durante episodios de alta demanda hídrica. Su papel principal es complementar la capacidad del canal en niveles críticos, desviando de forma controlada parte del caudal excedente hacia áreas del parque diseñadas para tal fin. De este modo, el parque actúa como una extensión funcional del sistema de drenaje, contribuyendo a la estabilidad general del conjunto urbano.

Durante lluvias intensas, los Parques Amigos admiten inundaciones temporales en zonas verdes preparadas para tolerar la presencia del agua sin perder su funcionalidad. En este lugar, se facilitan procesos de decantación, filtración natural y almacenamiento transitorio, en los cuales el agua se infiltra gradualmente a través del suelo y la vegetación, contribuyendo a la recarga del subsuelo y a la mejora de su calidad.

La cantidad y localización de los Parques Amigos se define según las condiciones del área aferente de cada canal, es decir, su subcuenca urbana. Los canales con mayores volúmenes de escorrentía o recurrencia de inundaciones requieren una mayor articulación de estas infraestructuras dentro del tejido urbano.

Tipologías de Parques Amigos

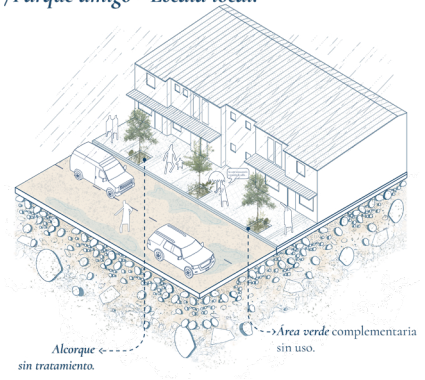
Históricamente, el agua ha sido entendida como una amenaza dentro de la ciudad, un elemento a contener, desviar o evacuar. Sin embargo, el territorio sobre el que se asienta Cali revela otra realidad: el agua no es un agente externo, sino una fuerza estructurante que ha moldeado el paisaje y que sigue presente, incluso cuando la ciudad intenta ignorarla. En este sentido, volver al agua no implica retroceder, sino reconciliarse con ella, reconocer su papel y permitirle nuevamente habitar el territorio, no como riesgo, sino como oportunidad.

El proyecto propone entender el agua como un medio capaz de activar el espacio público, de generar encuentro y de construir ciudad. A través de la articulación entre infraestructuras verdes y azules, se plantea una relación más cercana entre el agua y las personas, donde el manejo hidráulico se integra con el diseño urbano y paisajístico. Así, el agua deja de ser únicamente un flujo que se conduce y se convierte en un elemento que se habita, se observa y se experimenta.

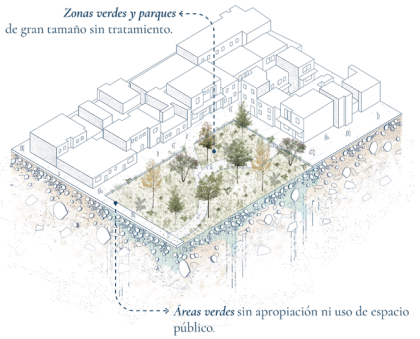
En una primera escala, la escala local, entendida como la relación agua + persona, esta vinculación se construye a partir de elementos cotidianos que, aunque muchas veces pasan desapercibidos, forman parte esencial de la vida urbana: separadores, andenes y alcorques. Estos espacios son reinterpretados como infraestructuras activas, donde el agua puede infiltrarse, almacenarse y circular de manera controlada. Los separadores funcionan como biocanales que acompañan el tránsito, mientras que los alcorques inundables y jardines de lluvia no solo cumplen una función hidráulica, sino que se convierten en lugares de pausa, encuentro y contemplación. Aquí, el agua camina con la gente, se hace visible y cotidiana, generando una nueva forma de habitar lo público.

En una segunda escala, la escala barrial, donde la relación se amplía hacia agua + comunidad, el proyecto fortalece el vínculo colectivo con el agua en los parques de barrio. A tra-

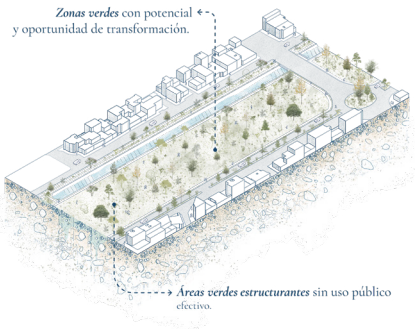
/Parque amigo - Escala local.



/Parque amigo - Escala barrial.



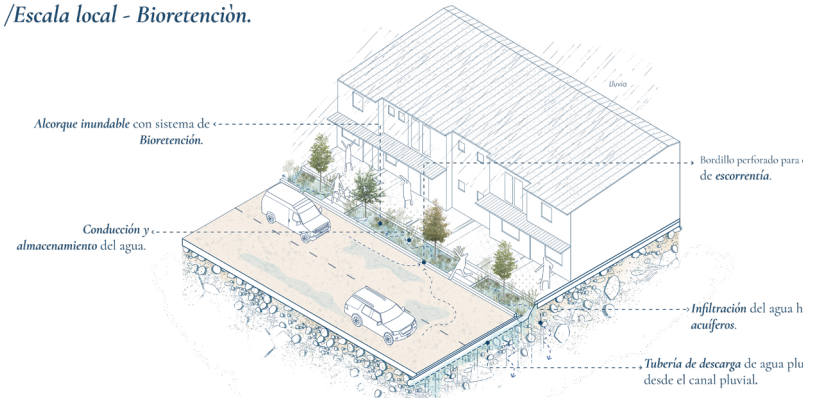
/Parque amigo - Escala urbana.



vés de humedales, lagunas de retención y senderos integrados al paisaje, el agua deja de ser un flujo oculto y se convierte en protagonista del espacio. En esta escala, el agua se mueve, se detiene, se infiltra y se transforma, mientras las personas recorren, permanecen y se apropian del lugar. Surgen así escenarios como teatrinos inundables, zonas de juego, espacios deportivos y arquitecturas de carácter pedagógico, comercial o de servicio, donde el agua no representa una amenaza, sino una oportunidad para construir experiencias compartidas y fortalecer el tejido social.

Finalmente, en una escala urbana, entendida como la relación agua + ciudad, el proyecto consolida una interacción más amplia entre el sistema hídrico y la estructura urbana. A través de grandes parques, lagunas encadenadas y praderas inundables, se configuran paisajes donde el agua estructura el territorio y orienta el desarrollo urbano. En esta escala, aparecen arquitecturas de mayor envergadura, como pabellones, miradores y espacios de aprendizaje, que permiten contemplar el paisaje hídrico, reconocer la biodiversidad y comprender el funcionamiento del sistema. El agua se convierte así en un elemento central que no solo organiza el espacio, sino que también educa, conecta y da identidad a la ciudad. En todas las escalas, la materialidad juega un papel fundamental. Los suelos permeables, las superficies filtrantes y las estructuras adaptadas al agua permiten que esta se infiltre, se almacene y se desplace de manera controlada, reconociendo su movimiento natural. De este modo, el proyecto plantea una gestión integral del agua, desde lo micro hasta lo macro, donde cada intervención contribuye a un sistema mayor.

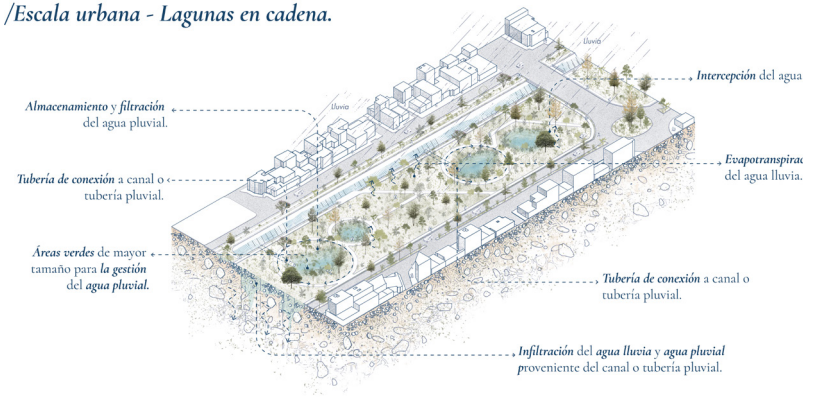
/Escala local - Bioretenciòn.



/Escala barrial - Lagunas de retención.



/Escala urbana - Lagunas en cadena.



/Funcionamiento y vinculación de canal e infraestructuras verdes.

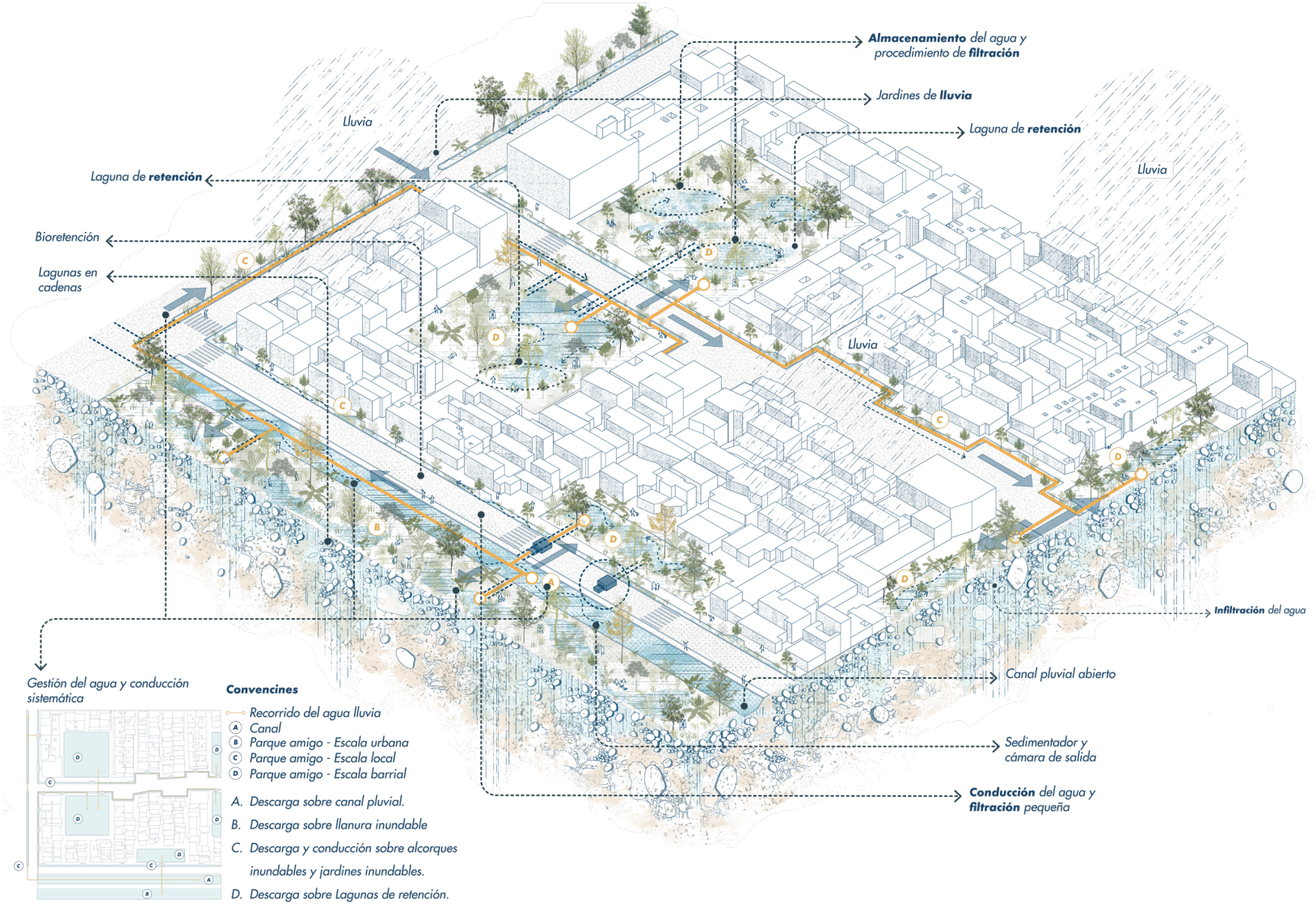


Figura 42: Funcionamiento de la microcuenca en los Parques Amigos
Elaboración Propia

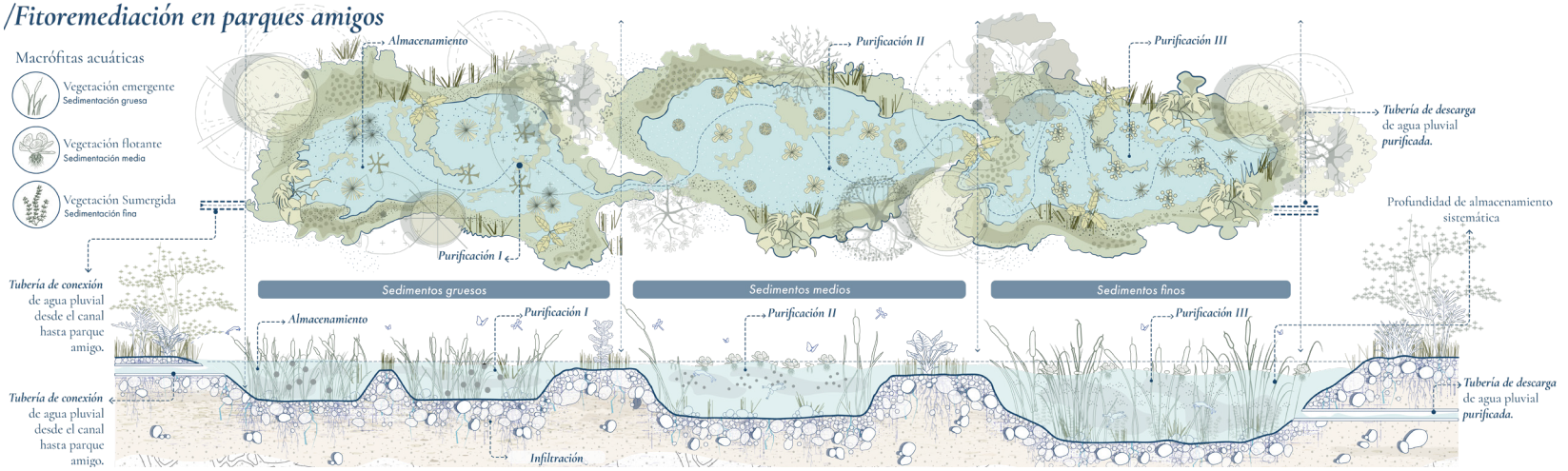


Figura 43: *Fitorremediación en los Parques Amigos*

Elaboración Propia

Manejo y Flujo de Agua Parques Amigos

El manejo del agua en los Parques Amigos se concibe como un proceso gradual de entrada, desaceleración, filtración y retorno, donde la inundación se asume como una condición controlada del paisaje. El sistema opera mediante distintos niveles de inundación, permitiendo que el agua ingrese progresivamente, funcionando como un espacio de amortiguación hídrica que disminuye la velocidad del flujo, reduce impactos aguas abajo y regula la presión sobre la infraestructura existente.

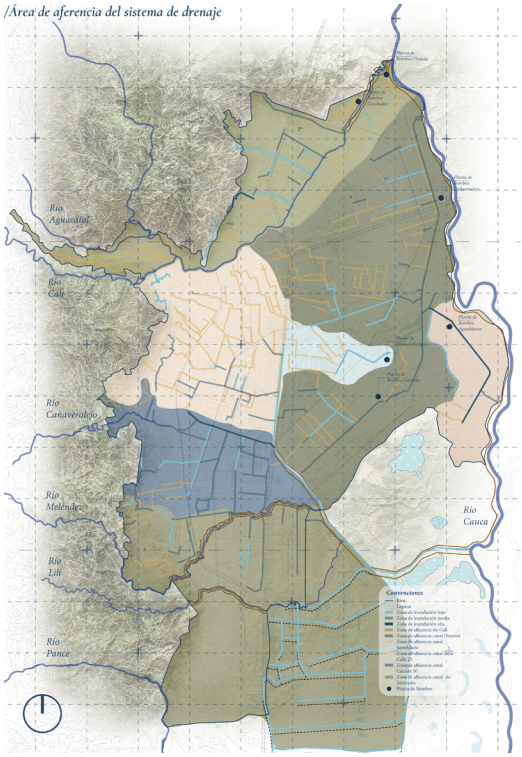
El humedal interno se organiza en tres secciones consecutivas asociadas a diferentes tipos de sedimentos y procesos de tratamiento. En la primera se produce la decantación de sedimentos gruesos; en la segunda, se retienen sedimentos medianos; y en la tercera, dominada por sedimentos finos y vegetación, se desarrolla fitorremediación, depurando de manera más profunda el agua antes de su retorno controlado al canal. Este recorrido interno aumenta el tiempo de permanencia del agua, disminuye picos de caudal y favorece la infiltración progresiva al suelo, integrando el ciclo hídrico al paisaje urbano.

Independientemente de su escala, el Parque Amigo funciona como un dispositivo de filtración activa. Desde alcorques, biocanales y separadores viales, hasta humedales y parques inundables de gran tamaño, el agua atraviesa suelo y vegetación.

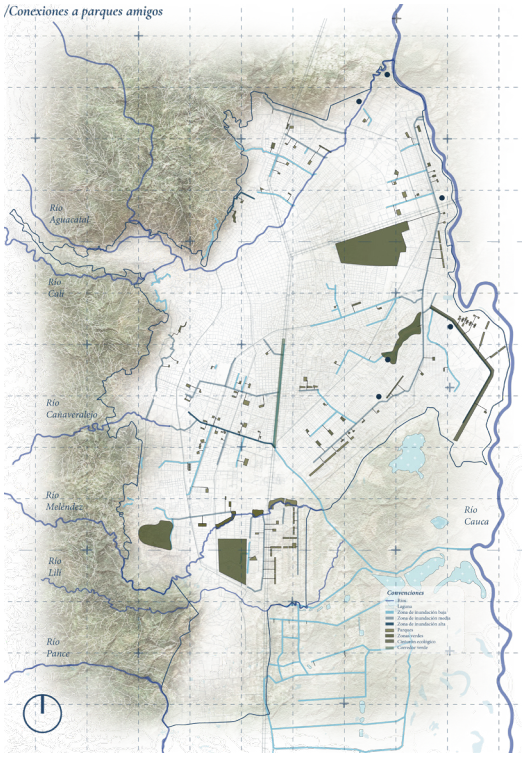
/Escorrentía superficial en canales



/Área de aferencia del sistema de drenaje



/Conexiones a parques amigos



Comportamiento de la Microcuenca del canal

El funcionamiento de las microcuencas de los canales se fundamenta en la comprensión del área aferente de cada uno, entendida como el origen y la extensión del territorio urbano que aporta el agua que circula por ellos. Aunque los canales integran un mismo sistema de drenaje, sus microcuencas presentan configuraciones dinámicas hidrológicas distintas.

La conformación de cada microcuenca depende de la combinación entre escorrentía superficial, infraestructura de captación -como cunetas y zanjas-, colectores pluviales y redes domiciliarias. En algunos tramos, el canal mantiene una relación directa con la calle y recibe aportes superficiales condicio-

nados por la topografía; en otros, el canal opera principalmente como receptor técnico, el cual es alimentado por colectores soterrados conectados a sumideros y redes de alcantarillado.

Esta diferencia en los mecanismos de alimentación hace que las microcuencas no siempre coincidan con límites visibles en superficie. Existen canales cuya microcuenca se configura de forma asimétrica, recibiendo escorrentía superficial desde ciertos sectores del territorio, y un aporte restante a través de canales subterráneos, mientras que otros tipos se amplían aguas abajo al integrar descargas de canales secundarios, estableciendo relaciones jerárquicas dentro del sistema.

Adicionalmente, el origen urbano de ciertos barrios también influye en el comportamiento de estas microcuencas. Por ejemplo, sectores desarrollados de manera informal concentran redes pluviales conectadas a colectores de baja capacidad. Esta situación, sumada a la presencia de residuos sólidos, incrementa la vulnerabilidad del sistema y explica la rápida saturación de algunos canales durante lluvias intensas.

Finalmente, algunos canales cumplen un rol de cierre dentro del sistema hídrico urbano, al concentrar los aportes de múltiples microcuencas y conducirlos hacia cuerpos de agua mayores. En conjunto, el análisis de las microcuencas demuestra que su funcionamiento está determinado por la articulación entre territorio, topografía e infraestructura; por ello, comprender estas relaciones resulta fundamental para formular estrategias de manejo del agua ajustadas a la realidad hidrológica urbana y no a esquemas genéricos de drenaje.

Figura 44: *Cartografía escorrentía superficiales en canales*
Elaboración Propia

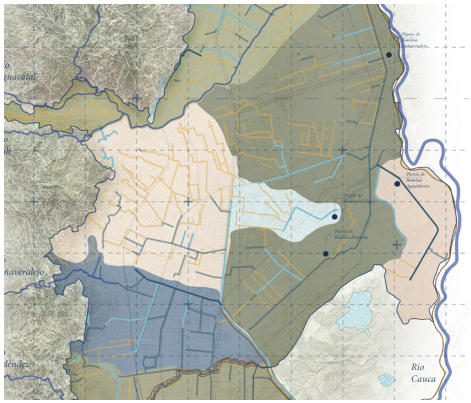
Figura 45: *Área de aferencia en el sistema de drenaje*
Elaboración Propia

Figura 46: *Cartografía conexiones de parques amigos*
Elaboración Propia

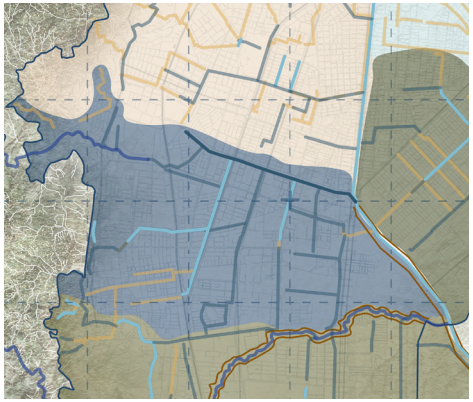
Figura 47: *Cartografía área aferente Canal de la Autopista*
Elaboración Propia

Figura 48: *Cartografía área aferente en el sistema de drenaje*
Elaboración Propia

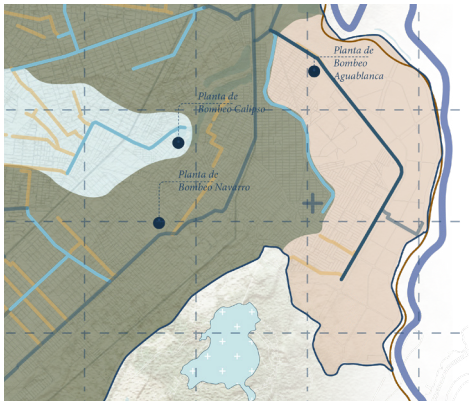
Figura 49: *Cartografía área aferente Canal secundario*
Elaboración Propia



El canal de la Autopista, cuya microcuenca no se vincula directamente con la calle ni con escorrentía superficial visible. En este caso, el canal se alimenta casi exclusivamente de colectores pluviales, los cuales concentran las aguas lluvias provenientes de redes domiciliarias y sumideros urbanos. Este canal actúa principalmente como un receptor técnico de infraestructura enterrada, y su flujo continúa aguas abajo hacia el canal de la carrera 50, estableciendo una relación jerárquica entre ambos.



El canal de la carrera 50 presenta una microcuenca de mayor complejidad, ya que recibe tanto colectores adosados como el caudal proveniente del canal de la Autopista. Su configuración abierta en ambos costados responde a la topografía descendente del sector, vinculada al antiguo cauce del río Cañaveralejo, lo que permite la llegada de escorrentía superficial desde ambos lados. Por ello, su microcuenca incluye no solo el entorno inmediato, sino también infraestructuras ubicadas aguas arriba.



La microcuenca del canal secundario abarca una amplia zona de afluencia dentro del tejido urbano. La alta impermeabilización de los suelos, producto del crecimiento urbano, reduce significativamente la capacidad de infiltración del terreno, aumentando la escorrentía superficial. Como consecuencia, grandes volúmenes de agua llegan al canal en cortos periodos de tiempo, superando la capacidad del sistema de drenaje y provocando frecuentes procesos de saturación hidráulica durante eventos de lluvia intensa.

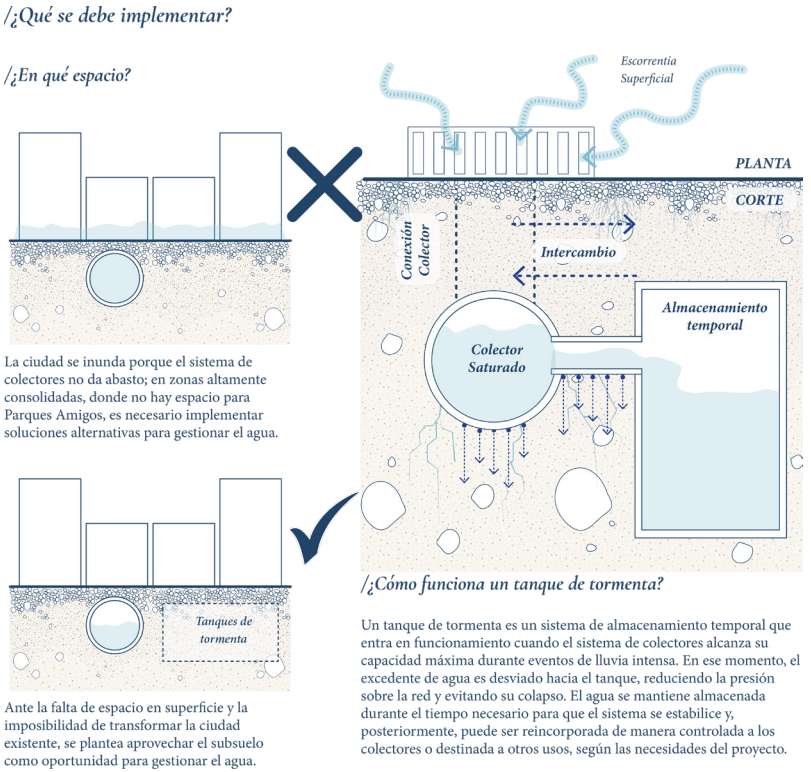


Figura 50: *Funcionamiento de un Tanque de Tormenta*

Elaboración Propia

Figura 51: *Lotes de oportunidad para Tanques de Tormenta*

Elaboración Propia

Pausa del agua

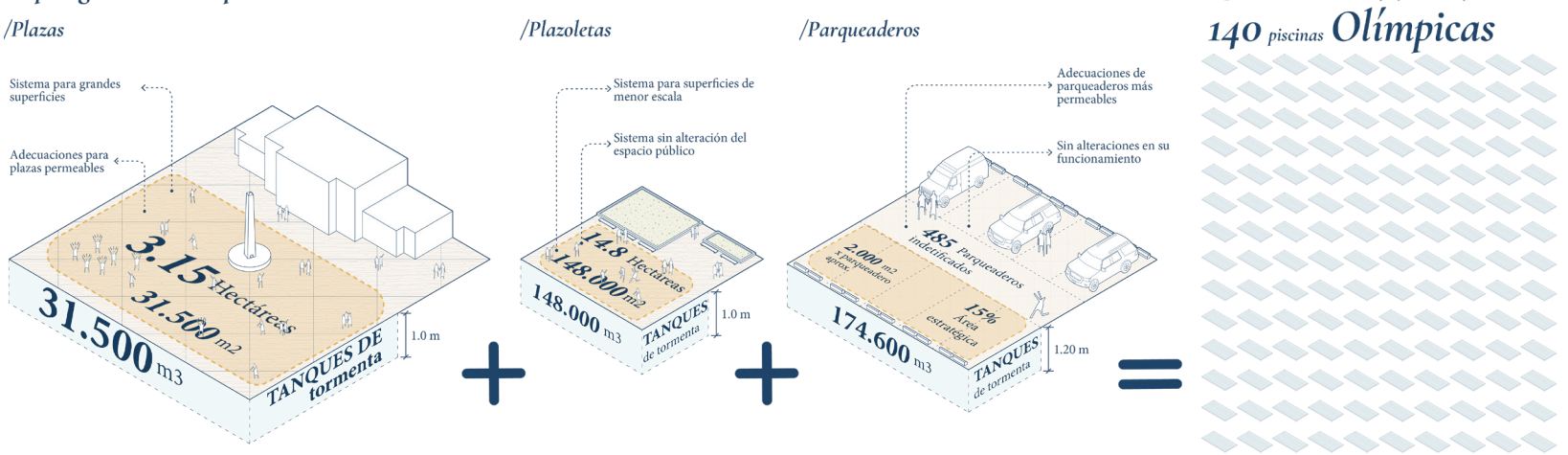
Almacenar *escorrentías urbanas*

La estrategia de almacenar, se plantea como una solución complementaria para la gestión de inundaciones en contextos urbanos altamente consolidados, donde la incorporación de infraestructura verde es limitada por condiciones espaciales, funcionales o económicas. Estas estructuras, concebidas como tanques de tormenta subterráneos, captan y almacenan temporalmente el excedente generado durante lluvias intensas, reduciendo la presión sobre el sistema de drenaje. Su implementación se restringe a tramos asociados a colectores pluviales, donde no es viable aplicar estrategias como los Parques Amigos.

Operativamente, permiten desacoplar el pico de escorrentía del momento de mayor precipitación, liberando el agua de forma controlada una vez el sistema recupera capacidad y disminuyendo así el riesgo de colapso e inundación superficial. Además, el agua almacenada puede reutilizarse para riego, limpieza urbana o mantenimiento de espacios públicos.

Su localización responde a criterios de priorización hidrológica y urbana, concentrándose en zonas con alta impermeabilización, presencia recurrente de puntos críticos y elevada densidad de colectores, particularmente en sectores centrales y del norte de la ciudad.

/Tipologías lotes de oportunidad

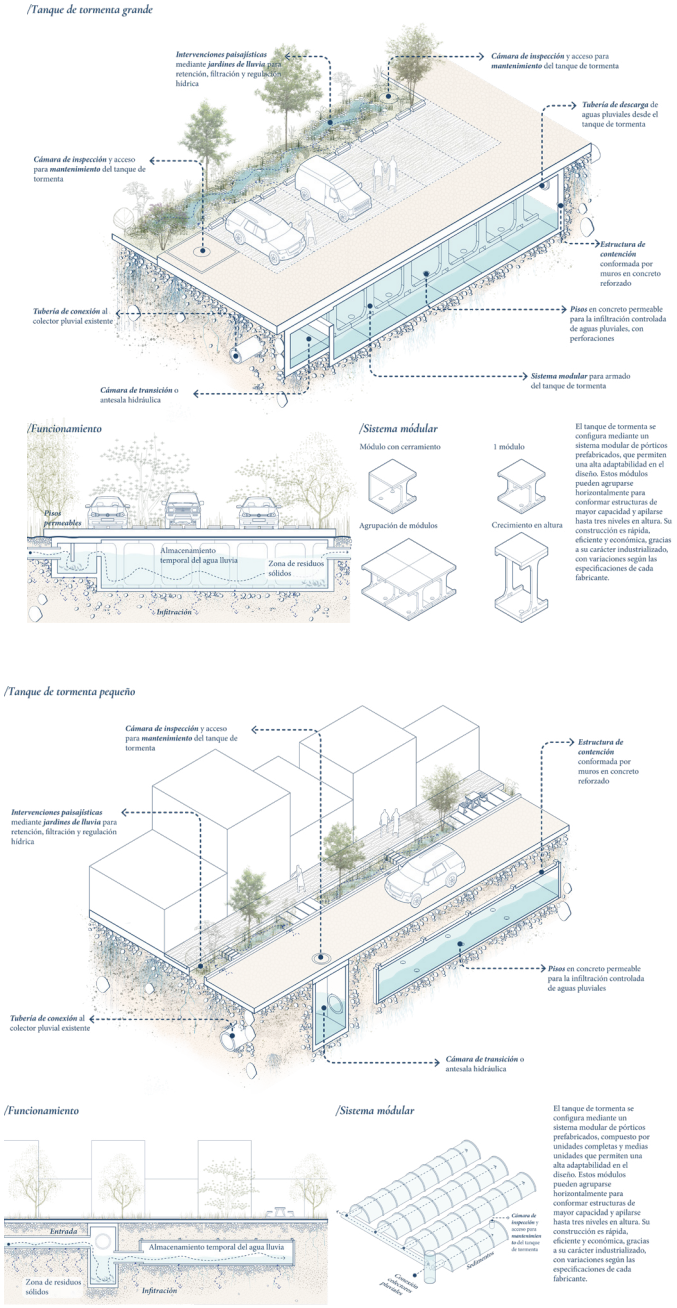


Lotes de oportunidad Tanques de Tormernta

En contextos urbanos impermeabilizados enfrenta el reto de disponer de espacios suficientes para almacenar y regular volúmenes de escorrentía durante eventos de lluvia intensa. Ante esta limitación, la identificación de los llamados Lotes de Oportunidad surge como una alternativa estratégica que aprovecha superficies existentes de gran tamaño dentro del tejido urbano, para funciones de retención hídrica y apoyo operativo al sistema de drenaje. Estos lotes resultan de la reutilización de áreas de infraestructura dura como parqueaderos, plazas, plazoletas y canchas deportivas.

Según el Plan Integral de Movilidad Urbana (PIMU), en la ciudad de Cali existen aproximadamente 485 parqueaderos registrados, lo que representa un potencial significativo de superficie disponible para ser incorporada a esquemas de gestión de agua pluvial mediante la implementación de los tanques de tormenta. A este potencial se suman las 14,8 hectáreas de plazoletas y 3,15 hectáreas de plazas identificadas en el Observatorio de Espacio Público de Cali, que constituyen superficies urbanas amplias y estratégicamente distribuidas, las cuales pueden ser articuladas con criterios hidráulicos y urbanos para la gestión eficiente del excedente hídrico.

La disponibilidad y el tamaño de estos Lotes de Oportunidad son relevantes no solo por su capacidad de almacenamiento, sino también por su proximidad a zonas con alta generación de escorrentía y puntos críticos de inundación, especialmente en sectores como el centro y el norte de la ciudad, donde la densidad urbana y la impermeabilización limitan la efectividad de soluciones superficiales. El uso de estos espacios permite integrar soluciones subterráneas con el sistema de drenaje existente.



Funcionamiento de los Tanques de tormenta

Los tanques de tormenta constituyen una infraestructura hidráulica destinada a la regulación temporal de caudales pluviales, diseñada para complementar el funcionamiento de los sistemas de drenaje urbano convencionales. Su principal función es captar y almacenar de manera controlada el excedente de agua lluvia que ingresa al sistema de colectores durante eventos de alta intensidad, reduciendo los picos de caudal y evitando la saturación de la red. El funcionamiento del sistema se asocia con los colectores pluviales, a través de una cámara de ingreso que permite derivar parte del flujo hacia el tanque cuando el colector alcanza niveles altos. Una vez dentro, el agua es almacenada temporalmente, disminuyendo la presión sobre el sistema principal de drenaje. En algunos casos, dependiendo de las condiciones del suelo y del diseño del tanque, se puede permitir un proceso controlado de infiltración, contribuyendo a la recarga de acuíferos y a la restitución parcial del ciclo hidrológico natural.

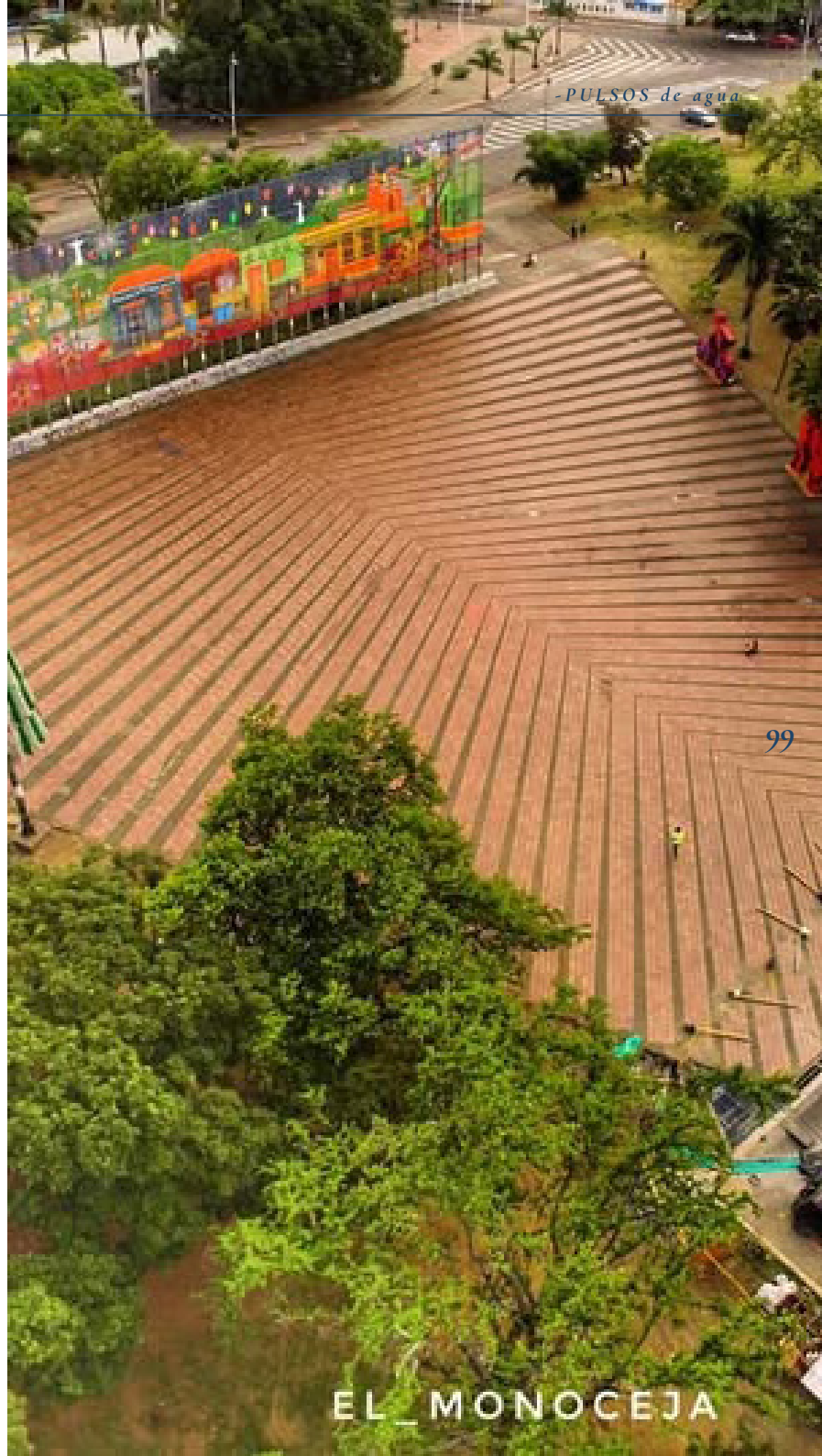
Tras el evento de lluvia, el agua almacenada es liberada de forma gradual hacia el sistema de drenaje o reutilizada para funciones urbanas específicas, como riego de zonas verdes o mantenimiento del espacio público, evitando descargas súbitas que puedan generar nuevos episodios de inundación aguas abajo. Posteriormente, el sistema contempla un proceso de limpieza y mantenimiento, en el cual se retiran sedimentos y residuos sólidos acumulados durante la captación, garantizando el correcto funcionamiento del tanque en eventos posteriores.

En contextos urbanos consolidados, los tanques de tormenta suelen presentar alturas operativas entre 0,80 m y 1,50 m, adaptándose a las limitaciones espaciales del subsuelo y a la infraestructura existente. No obstante, su dimensión y capacidad pueden incrementarse significativamente en función de la magnitud de los caudales a regular y la disponibilidad de espacio, permitiendo su implementación tanto en soluciones en barrios, como en infraestructuras de mayor envergadura.

Figura 52: *Tanque de Tormenta grande*
Elaboración Propia

Figura 53: *Tanque de Tormenta pequeño*
Elaboración Propia

Imagen 41: *Plazoleta de las banderas*
Fuente: *Elmonoceja*



Gestión del Agua Tanques de Tormenta

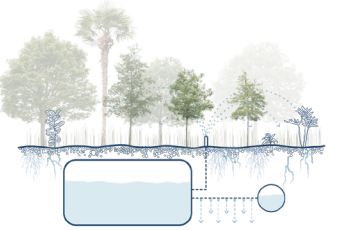
La gestión del agua almacenada en los tanques de tormenta constituye una etapa clave dentro del sistema propuesto, ya que permite transformar el excedente captado durante eventos de lluvia en un recurso urbano aprovechable. Una vez finalizada la lluvia, el agua retenida puede ser sometida a distintos procesos de manejo y tratamiento, definidos según su calidad y el contexto y necesidades del entorno urbano.

Uno de los usos prioritarios del agua almacenada es su reutilización para el riego de jardines, parques y demás espacios verdes, reduciendo la demanda de agua potable y fortaleciendo la infraestructura verde de la ciudad. Este uso resulta pertinente en zonas con déficit de áreas permeables, donde el riego controlado contribuye al mantenimiento del paisaje urbano y a la regulación microclimática. Para este fin, el agua puede requerir tratamientos básicos de filtración y decantación que garanticen su adecuada calidad.

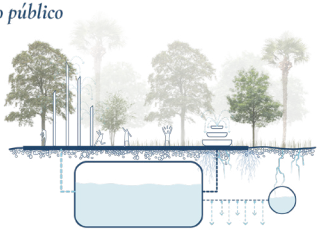
En escenarios de mayor complejidad, el agua captada en los tanques de tormenta puede ser sometida a procesos de purificación y potabilización, permitiendo su incorporación a usos domésticos no potables, como descargas sanitarias, lavado de áreas comunes o limpieza de infraestructura urbana. Estos tratamientos pueden incluir sistemas de filtración avanzada, desinfección y control de sedimentos, adaptándose a las condiciones técnicas y económicas de cada intervención.

Adicionalmente, cuando las condiciones lo requieran o cuando la capacidad de almacenamiento alcance su límite, el sistema permite la devolución controlada del agua al sistema de drenaje principal, liberándola de manera gradual para evitar sobrecargas hidráulicas aguas abajo. Esta descarga regulada garantiza que el sistema de colectores y canales funcione dentro de rangos seguros, reduciendo el riesgo de inundaciones posteriores.

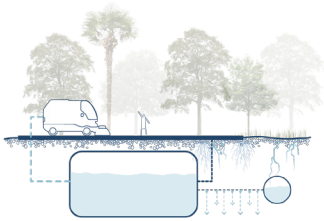
/Riego de járdines para espacio público



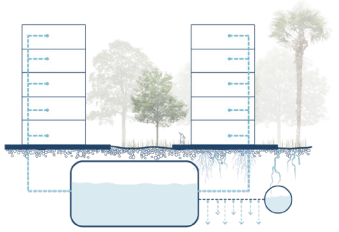
/Fuente urbanas y elementos paisajísticos en el espacio público



/Limpieza y mantenimiento del espacio público



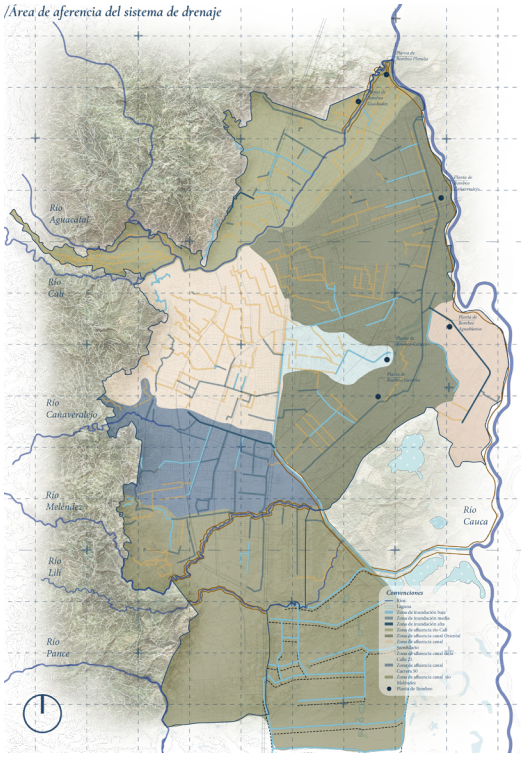
/Usos domésticos no potables



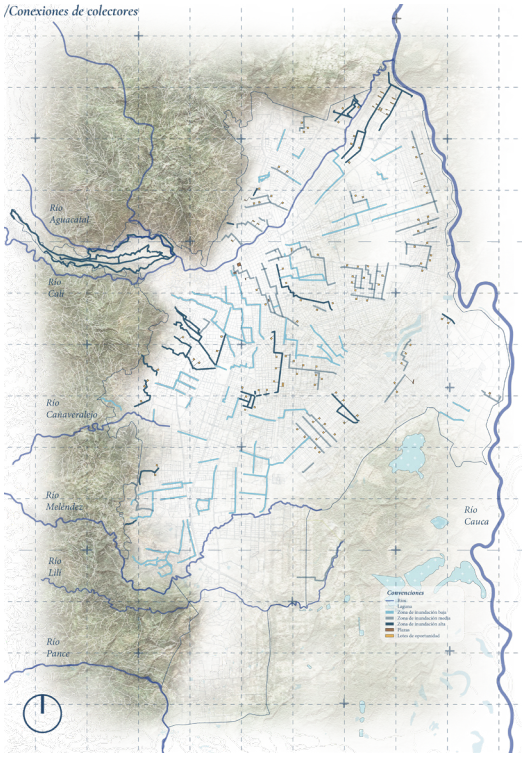
/Escorrentía en colectores



/Área de aferencia del sistema de drenaje



/Conexiones de colectores



Comportamiento de la Microcuenca del colector

La ubicación de los tanques de tormenta se define a partir de la identificación de los colectores pluviales con mayores niveles de ineficiencia, asociados a la convergencia de altas cargas afluentes y a condiciones topográficas que intensifican la escorrentía. Estos colectores reciben aportes significativos de áreas impermeabilizadas, donde el agua lluvia se concentra y es conducida sin posibilidad de infiltración, generando picos de caudal que superan su capacidad operativa.

El análisis integrado de la red de colectores y las cartogra-

fías de inundación permite reconocer tramos críticos del sistema, donde la acumulación de escorrentía se ve reforzada por la pendiente del terreno y la jerarquía hidráulica de la red. En estos puntos, el sistema entra en estados recurrentes de saturación, dificultando la evacuación del agua y aumentando la probabilidad de inundaciones, incluso ante lluvias de intensidad moderada.

En este contexto, los tanques de tormenta se plantean como infraestructuras estratégicamente asociadas a dichos colectores, operando como dispositivos de regulación que desacoplan temporalmente los picos de escorrentía del sistema principal. Su conexión a los tramos más exigidos permite captar el excedente hídrico en momentos de alta demanda, reduciendo la presión sobre la red y mejorando su desempeño general.

Asimismo, su localización prioriza las zonas históricamente más afectadas por inundaciones, especialmente en áreas de alta densidad urbana y baja disponibilidad de superficies permeables. Así, los tanques se integran como una solución puntual dentro de un sistema complejo, contribuyendo a mitigar la escorrentía concentrada y a fortalecer la resiliencia hídrica urbana.

Figura 54: *Gestión del agua en Tanques de Tormenta*
Elaboración Propia

Figura 55: *Cartografía escorrentía en Colectores*
Elaboración Propia

Figura 56: *Cartografía área aferente en el sistema de drenaje*
Elaboración Propia

Figura 57: *Cartografía conexiones con lotes de oportunidad*
Elaboración Propia

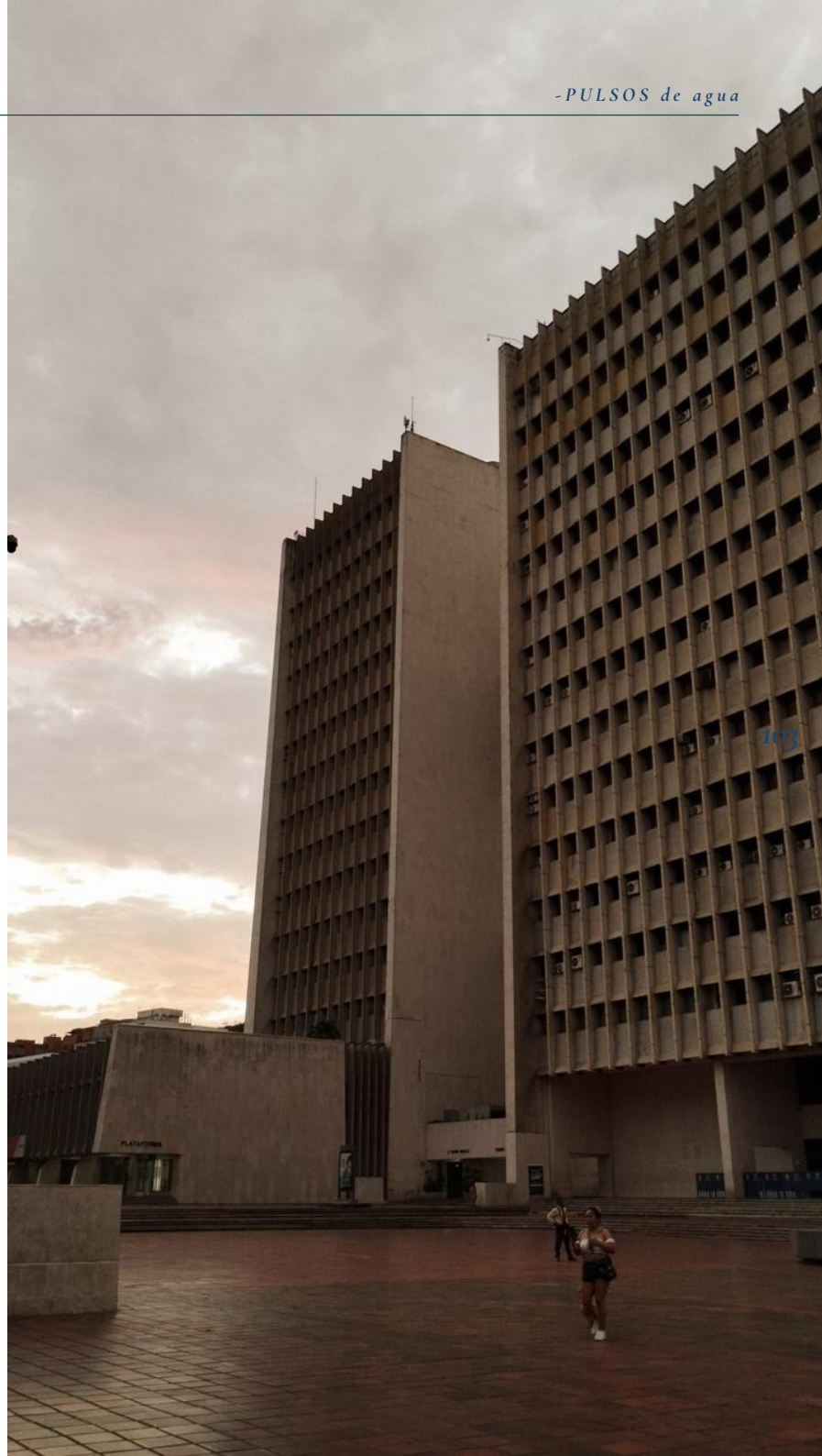


Imagen 42: *Plazoleta del CAM*
Fotografía Propia

Infraestructuras vivas

Renaturalizar *el sistema hídrico*

La estrategia de renaturalización se concibe como el marco integrador del proyecto, orientado a reconciliar la infraestructura de drenaje con los procesos naturales del territorio. Más que eliminar la infraestructura existente, esta estrategia propone transformar su lógica de funcionamiento, reemplazando gradualmente las respuestas rígidas por soluciones de paisaje que permitan la infiltración, la desaceleración del flujo y la interacción controlada entre el agua y el suelo. De esta manera, la renaturalización actúa como soporte de las demás estrategias, fortaleciendo la capacidad del sistema para regularse y adaptarse a las dinámicas hídricas de la ciudad.

La intervención se estructura a partir de la lectura del territorio en tres zonas hídricas: transición, conducción y evacuación. En la zona de transición se prioriza la desaceleración del agua, reduciendo su energía antes de ingresar al sistema urbano; en la zona de conducción se promueve el almacenamiento y la regulación del caudal; y en la zona de evacuación se permite la extensión controlada del agua como parte de su comportamiento natural. De manera transversal, la infiltración se entiende como un principio común a todas las zonas, garantizando que el agua pueda perder volumen y mejorar su calidad a lo largo de su recorrido.

La estrategia también reconoce que cada tramo del sistema responde a condiciones distintas de escorrentía, recarga, descarga o consolidación ecológica, lo que orienta la selección de perfiles de intervención y el diseño del paisaje asociado. En este sentido, la vegetación no se plantea como un elemento ornamentales, sino como una infraestructura viva, capaz de acompañar el funcionamiento hídrico y con capacidad de evolucionar. Así, la renaturalización se establece como una base conceptual y operativa que prepara el territorio para gestionar el agua de manera más sensible, resiliente y coherente con su condición natural.



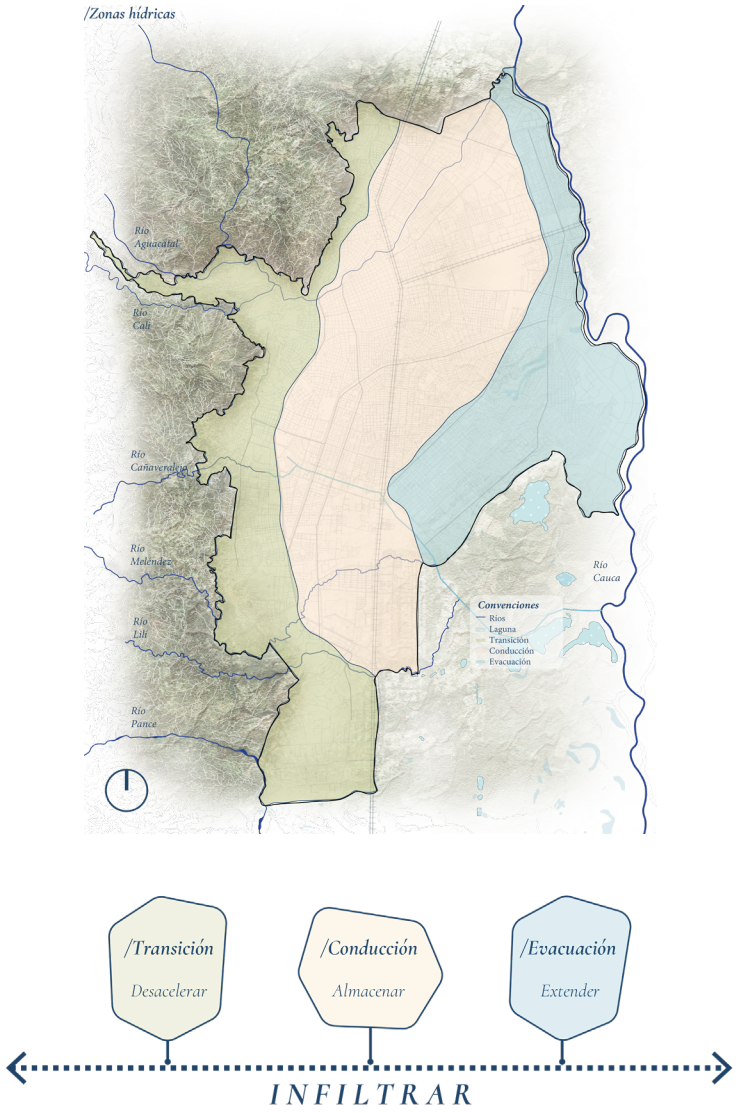


Figura 58: *Zonas hídricas*
Elaboración Propia

Zonas Hídricas

Observar a Cali desde el comportamiento del agua permite entender la ciudad como un sistema continuo, atravesado por flujos que nacen en la montaña, se transforman al entrar en el valle y finalmente se dispersan en las zonas de concentración. A lo largo de este recorrido se identifican distintas zonas hídricas, cada una con dinámicas propias y un papel específico dentro del funcionamiento natural del sistema, profundamente alterado por la urbanización y la canalización del agua.

Una primera zona es la de transición, ubicada entre los cerros y el inicio del tejido urbano. Aquí, el agua desciende por escorrentía desde las laderas y encuentra un punto clave donde debería comenzar a perder velocidad antes de ingresar a la ciudad. Antiguamente, este espacio funcionaba como una franja de amortiguación, permitiendo que parte del agua se infiltrara y alimentara los acuíferos. Sin embargo, la impermeabilización del territorio ha reducido esta capacidad, acelerando el flujo y trasladando el problema. Por tanto, la estrategia principal consiste en desacelerar el agua, devolviéndole tiempo al sistema para absorber y regular.

Más adelante, el agua atraviesa la zona de conducción, correspondiente a las áreas urbanas. Se trata de un territorio más plano, donde el agua solía desplazarse lentamente, expandirse de manera temporal y alimentar los acuíferos a través de pro-



cesos de infiltración. Esta condición, asociada a suelos más permeables y dinámicas de recarga, permitía que el sistema perdiera volumen de manera progresiva. Sin embargo, la urbanización ha transformado estas dinámicas, reemplazando superficies infiltrantes por estructuras impermeables y concentrando el flujo en canales y colectores, lo que reduce la capacidad de regulación natural del territorio.

Finalmente, se identifica la zona de evacuación, vinculada a la planicie cercana al río Cauca. En este tramo, el agua tiende a extenderse y desacelerarse, no solo por su proximidad a la desembocadura, sino también por las condiciones del valle. Aquí predominan suelos más saturados y con menor capacidad de infiltración, donde el agua permanece por más tiempo y se generan procesos de descarga hacia el acuífero. Estas condiciones configuran un paisaje hídrico particular, que requiere respuestas específicas en términos de manejo del agua y de vegetación adaptada a la humedad constante.

Imagen 43: *Aves en el contexto urbano*
Fotografía Propia

Imagen 44: *Humedal*
Fotografía Propia

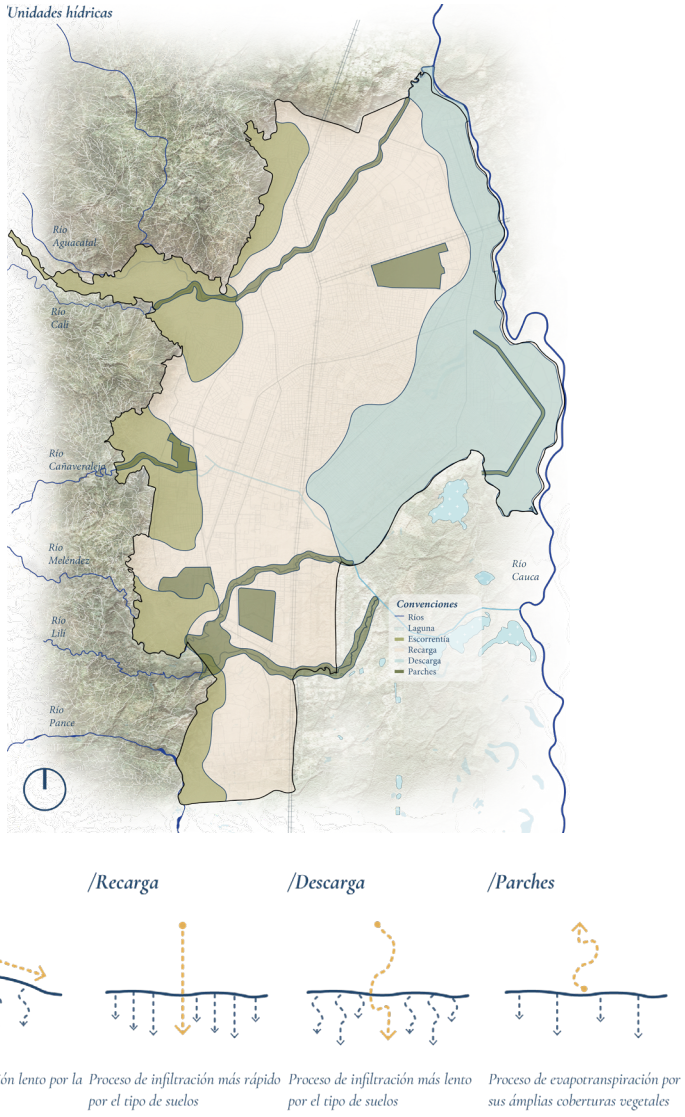


Figura 59: *Unidades hídricas*
Elaboración Propia

Unidades Hídricas

Las unidades hídricas permiten leer el territorio desde el tiempo, la velocidad y el grado de contacto que el agua establece con el suelo a lo largo de su recorrido. Más que clasificaciones rígidas, representan momentos del comportamiento del agua en el paisaje, según la pendiente, la permeabilidad y la vegetación. Reconocerlas es clave para entender que el agua no se comporta igual en toda la ciudad: puede correr, infiltrarse, acumularse o disiparse, dependiendo de las condiciones del entorno.

La unidad de escorrentía corresponde a zonas de ladera, donde el agua desciende rápidamente, con mínimo contacto con el suelo. Al llegar a la llanura, tras pasar por los abanicos aluviales, la velocidad se disipa y el agua se expande, iniciando un proceso natural de desaceleración que marca la transición hacia un comportamiento más difuso.

Las unidades de recarga y descarga de acuíferos se definen por la relación entre el agua y el suelo. Las primeras permiten infiltración rápida por suelos permeables; las segundas, con suelos más plásticos, retienen el agua en superficie. Por su parte, la unidad de parche, áreas verdes densas, regula el ingreso del agua lluvia mediante cobertura vegetal que intercepta, evapotranspira y reduce la escorrentía.

Configuración del paisaje hídrico

Las unidades de paisaje se estructuran a partir del comportamiento del agua y de los procesos ecológicos asociados a los Parques Amigos, como la fitorremediación, considerando variables como la saturación y permeabilidad del suelo, así como el desplazamiento del agua en el territorio. Estas unidades se aplican de manera articulada en los espacios vinculados al sistema hídrico urbano, permitiendo que el paisaje responda activamente a las dinámicas del agua. En primer lugar, se plantean los jardines de lluvia, orientados a la retención, infiltración y regulación del agua. Esta unidad se ubica en los cuerpos de agua generados a partir de la vinculación entre canales y Parques Amigos, funcionando como un soporte directo del agua dentro del sistema.

En segundo lugar, se proponen los jardines polinizadores, conformados por vegetación atractora de insectos que promueven la biodiversidad y fortalecen las dinámicas ecológicas.

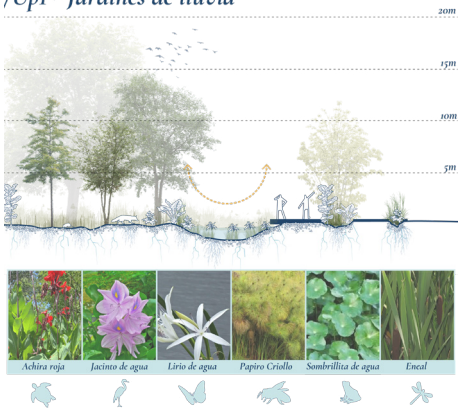
En tercer lugar, se define la unidad de bordes de agua, asociada a suelos saturados con presencia constante de humedad. Esta unidad integra una capa vegetal adaptada a estas condiciones, permitiendo acompañar el agua, estabilizar el suelo y consolidar la transición entre lo terrestre y lo hídrico. En cuarto lugar, se desarrollan las arboledas de desaceleración, concebidas para zonas de ladera y para la renaturalización de canales pluviales. Su función principal es reducir la velocidad del agua y estabilizar el suelo, evitando procesos erosivos tanto en el descenso desde las laderas como en los taludes de los canales intervenidos.

En quinto lugar, se desarrollan los bosques escénicos, compuestos por especies arbóreas de gran porte, florales o frutales, que aportan identidad, color y variación estacional, contribuyendo a la cualificación del paisaje urbano. Finalmente, en sexto lugar, se proponen las franjas de consolidación, diseñadas para complementar y estabilizar el paisaje mediante la incorporación de especies pioneras que facilitan la recuperación y maduración de la cobertura vegetal en el tiempo.

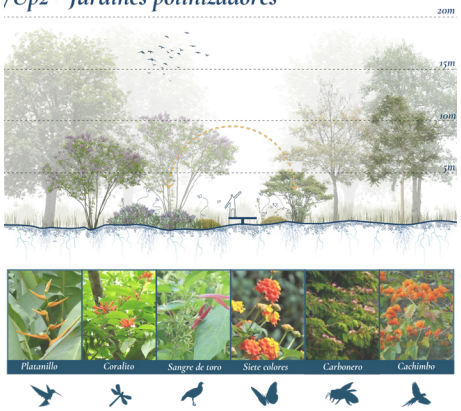
En conjunto, estas unidades configuran un sistema de paisaje que responde a las condiciones del agua, permitiendo articular procesos ecológicos, hidráulicos y espaciales dentro de la ciudad.

Figura 60: *Unidades de paisaje*
Elaboración Propia

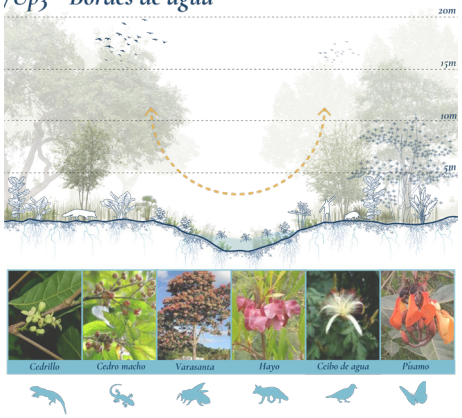
/Up1 - Jardines de lluvia



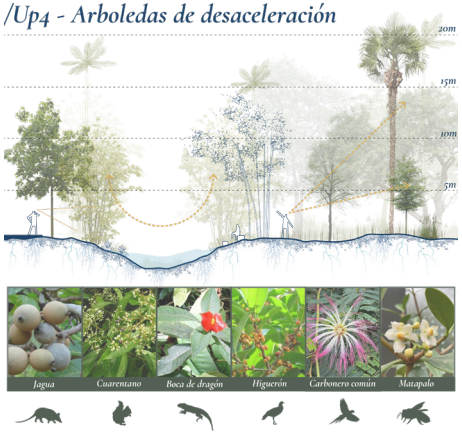
/Up2 - Jardines polinizadores



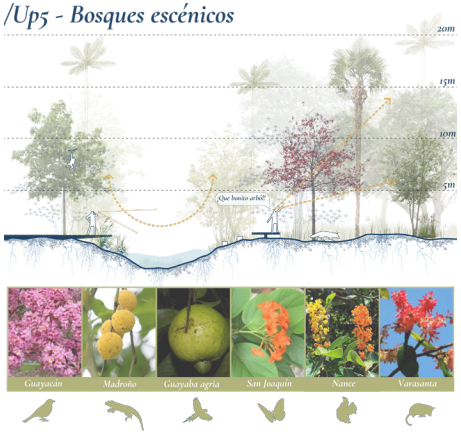
/Up3 - Bordes de agua



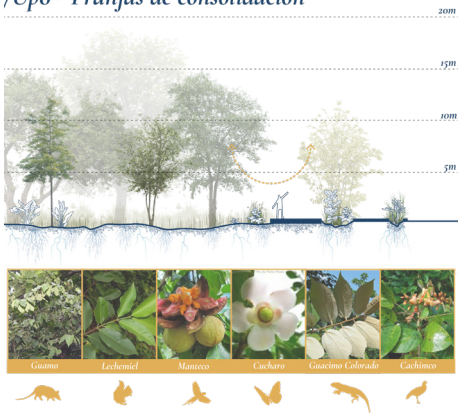
/Up4 - Arboledas de desaceleración



/Up5 - Bosques escénicos



/Up6 - Franjas de consolidación





Restauración Ecológica

La restauración ecológica se plantea como un componente fundamental en la intervención de los Parques Amigos, entendidos como piezas activas del sistema hídrico urbano. Estos parques son adaptados para recibir y gestionar nuevas cargas de agua provenientes de los canales pluviales, incorporando la inundación controlada como una condición inherente al diseño.

Cada Parque Amigo es intervenido a partir de un diseño paisajístico que define porcentajes específicos de superficie inundable, en función de su localización, topografía y relación con el canal. Estas áreas permiten la expansión temporal del agua durante eventos de lluvia. Paralelamente, se preservan zonas de uso permanente que garantizan la funcionalidad social del espacio público, incluso en condiciones climáticas variables.

La restauración ecológica de estos parques se concibe como un proceso gradual en el tiempo, orientado a la construcción progresiva de un nuevo ecosistema adaptado a la dinámica hídrica. En una primera etapa, se introduce un conjunto de especies pioneras capaces de colonizar suelos alterados, estabilizar el terreno y generar condiciones iniciales de sombra y humedad. Posteriormente, se incorporan especies arbustivas que fortalecen la estructura vegetal y aportan diversidad al sistema.

En una tercera fase, se integra vegetación de sotobosque, consolidando estratos intermedios y mejorando la retención de humedad y nutrientes. Finalmente, la plantación de especies tardías permite completar el proceso de restauración, conformando un ambiente ecológico más estable, diverso y resiliente.

Imagen 45: *Espacios paisajísticos en CICR*
Fotografía Propia

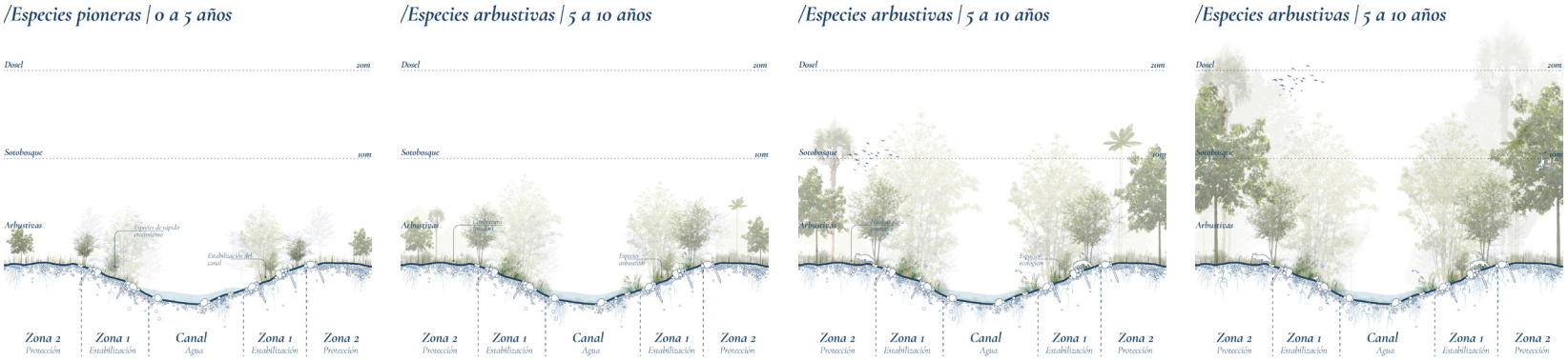


Figura 61: *Cortes restauración ecológica*
Elaboración Propia

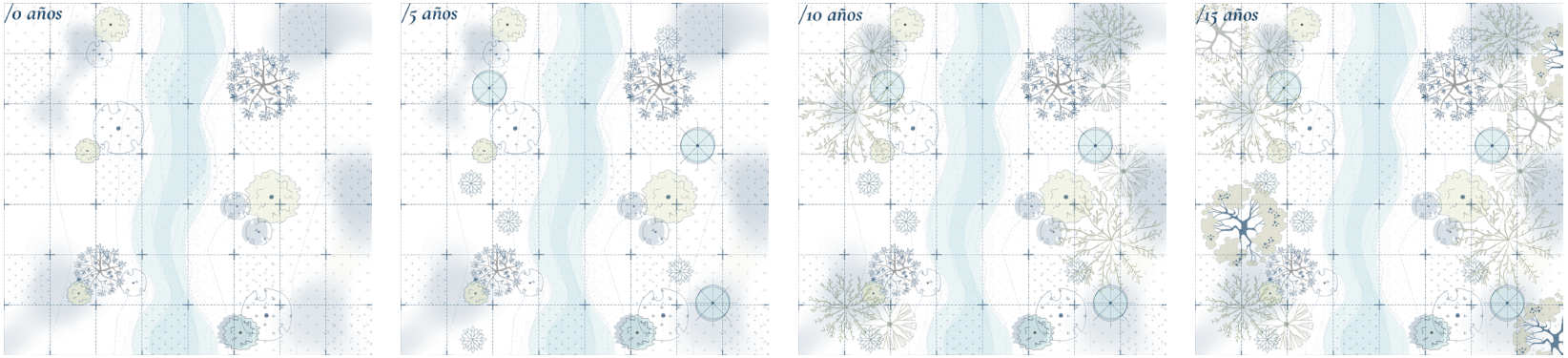


Figura 62: *Plantas restauración ecológica*
Elaboración Propia



Procesos de Fitorremediación

La estrategia de renaturalización se fundamenta en la incorporación de vegetación como infraestructura viva, capaz de acompañar el comportamiento del agua y mejorar su calidad a través de procesos de fitorremediación. La implementación de especies arbustivas, herbáceas y acuáticas permite que el sistema hídrico urbano filtre, depure y desacelere el agua, transformando espacios rígidos en paisajes activos y funcionales. De esta manera, la vegetación deja de ser un elemento ornamental para convertirse en un componente esencial en el manejo del agua y en la recuperación ecológica del territorio.

En los canales renaturalizados, los Parques Amigos y los humedales asociados se prioriza el uso de arbustos de ribera, gramíneas, plantas emergentes y especies acuáticas, cuya función principal es apoyar los procesos de fitorremediación mediante la absorción de contaminantes, la retención de sedimentos y la oxigenación del agua. La presencia de vegetación acuática contribuye a regular la temperatura del agua y generar condiciones más estables dentro de los cuerpos de agua. Estas especies, al interactuar con el suelo y el flujo hídrico, fortalecen los procesos de filtración e infiltración de manera progresiva.



Imagen 46: *Copas de árboles*

Fotografía Propia

Imagen 47: *Lago de Univalle*

Fotografía Propia

Renaturalización ecológica en los canales de agua lluvia

La renaturalización de los canales pluviales de agua lluvia se plantea como una oportunidad para transformar infraestructuras rígidas en sistemas vivos, capaces de dialogar con el paisaje, el ciclo hidrológico y la dinámica urbana. Más allá de cumplir una función hidráulica, estos canales se conciben como corredores ecológicos que regulan el flujo del agua, amortiguando eventos de lluvia intensa y restableciendo relaciones entre el suelo, la vegetación y el agua.

Las intervenciones propuestas responden a la lógica de las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), siendo estas estrategias que imitan procesos naturales para resolver problemáticas urbanas, adaptándose a las condiciones específicas de cada zona hídrica del canal. De este modo, el diseño no es homogéneo, sino que varía según la función predominante del tramo, ya sea de transición, de conducción o de evacuación.

En las zonas de transición, donde el agua comienza a desacelerarse y a integrarse con el entorno inmediato, se implementan pequeñas barreras vivas. Estas estructuras vegetales dispuestas de forma transversal permiten reducir la velocidad del flujo, favorecen la sedimentación controlada y generan pequeños remansos que incrementan la infiltración y la biodiversidad local. Su presencia introduce una lectura más natural del canal, suavizando la relación entre infraestructura y paisaje.

Para los tramos de conducción, se emplea la técnica de fajinas con estacas vivas, las cuales actúan como elementos de estabilización del terreno. Estas barreras vegetales refuerzan los taludes, disminuyen procesos erosivos y permiten que el canal mantenga su capacidad hidráulica, integrando progresivamente vegetación viva al sistema.

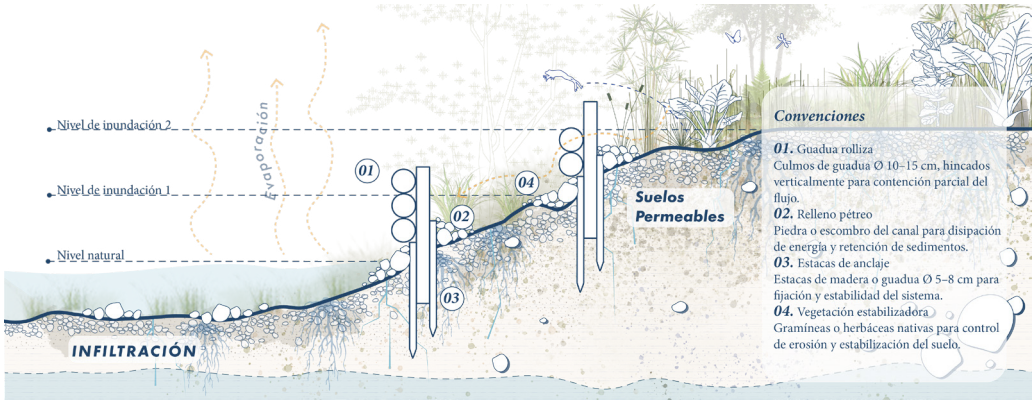
Finalmente, en las zonas de evacuación, donde el canal debe resistir largos periodos de inundación, se propone el zampeado de piedras con vegetación. Esta técnica combina masa y flexibilidad, proporcionando estabilidad estructural mientras permite el establecimiento de especies adaptadas a condiciones de saturación prolongada, consolidando un paisaje resiliente frente a eventos extremos.

Figura 63: *Renaturalización en canales - Transición*
Elaboración Propia

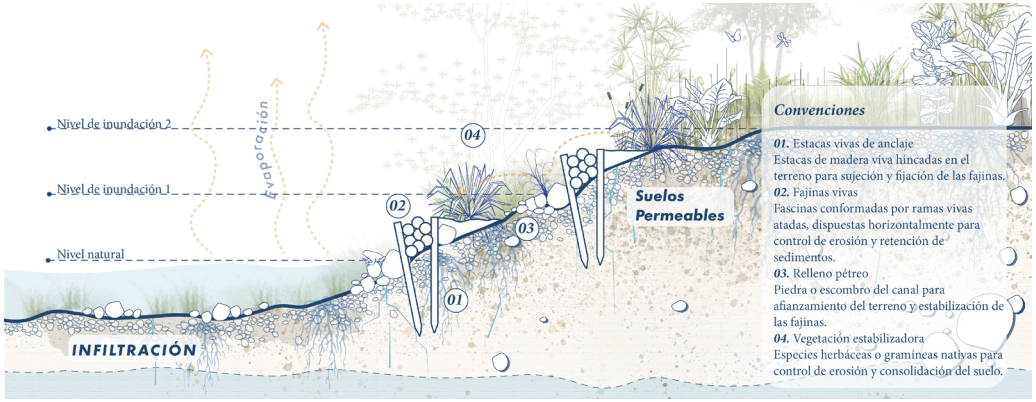
Figura 64: *Renaturalización en canales - Conducción*
Elaboración Propia

Figura 65: *Renaturalización en canales - Evacuación*
Elaboración Propia

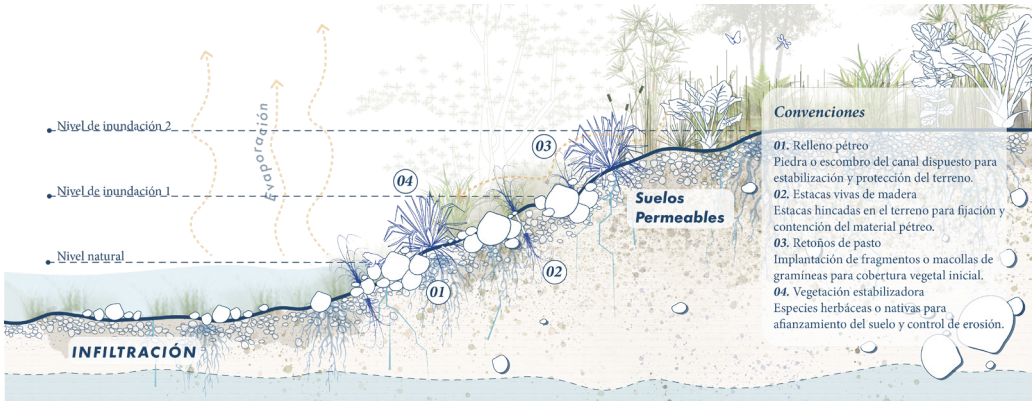
Transición



Conducción



Evacuación



Matriz para el Proyecto Piloto

El proyecto se apoya en una matriz de análisis territorial e hídrico que identifica las condiciones reales de cada microcuenca y los canales que la componen. Esta matriz parte de la localización de la microcuenca y del reconocimiento de su red de canales, evaluando su nivel de vinculación con la red domiciliaria y con los colectores existentes. A partir de esta lectura integral, se busca comprender cómo funciona el sistema hídrico urbano, cuáles son sus principales tensiones y qué tramos presentan mayores afectaciones.

La matriz incorpora variables clave relacionadas con el comportamiento del agua y el estado ambiental de los canales. Entre ellas, se consideran la presencia de inundaciones, la frecuencia de rebose del canal, los niveles de contaminación y la temporalidad del agua, entendida como caudal alto, medio o bajo según las condiciones climáticas y urbanas. Cada una de estas variables se califica mediante parámetros previamente definidos, lo que permite establecer comparaciones objetivas entre los diferentes canales de una misma microcuenca.

A partir de esta evaluación, la matriz permite identificar el canal más crítico, es decir, aquel que concentra mayores problemáticas y que representa una oportunidad estratégica de intervención. Este canal se selecciona como Plan Piloto, sobre el cual se aplican las estrategias propuestas en el proyecto —Parques Amigos, fitorremediación, renaturalización y unidades de paisaje— con el fin de validar el enfoque y generar un modelo replicable para otros tramos del sistema hídrico urbano.

Figura 66: *Criterios Matriz de intervención*
Elaboración Propia

Figura 67: *Calificación matriz de intervención*
Elaboración Propia

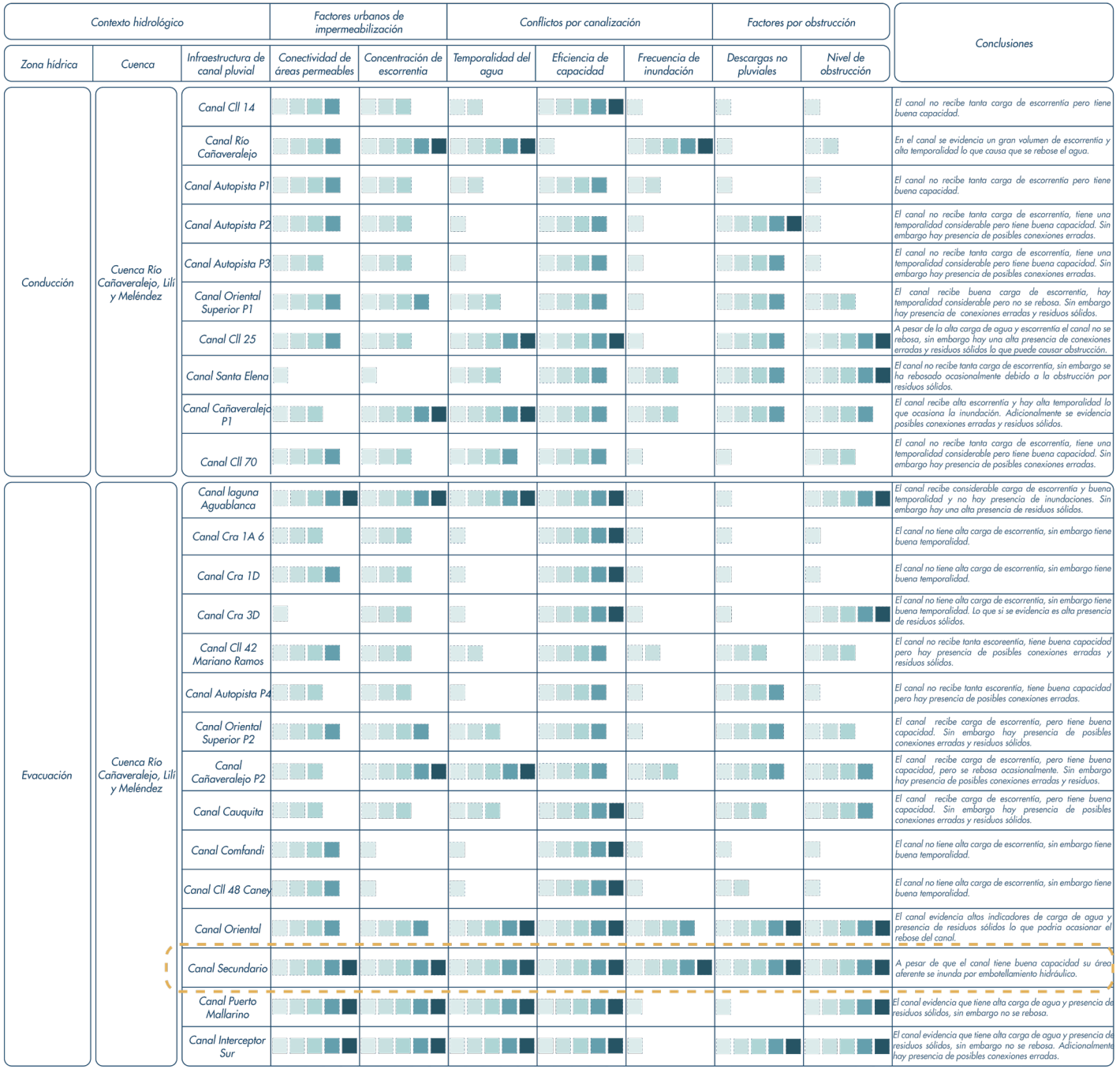
Contexto hidrológico			Factores urbanos de impermeabilización		Conflictos por canalización			Factores por obstrucción		Conclusiones
Zona hídrica	Cuenca	Infraestructura de canal pluvial	Conectividad de áreas permeables	Concentración de escorrentía	Temporalidad del agua	Eficiencia de capacidad	Frecuencia de inundación	Descargas no pluviales	Nivel de obstrucción	
Se determina la zona hídrica de acuerdo a la clasificación hidrológica del territorio.	Se determina por la clasificación del territorio por cuencas hídricas	Canales que atraviesan cada una de las zonas hídricas correspondientes a analizar.	Evalúa la relación del canal con áreas permeables cercanas (parques, zonas verdes o infraestructura verde) que favorecen la infiltración y regulación del agua. Muy bajo: Sin áreas verdes cercanas. Bajo: Pocas áreas verdes aisladas. Regular: Presencia moderada de áreas permeables. Alto: Buena presencia de áreas verdes conectadas. Muy alto: Alta conectividad con infraestructura verde.	Evalúa la concentración de escorrentía superficial que llega al canal debido a la impermeabilización urbana y al drenaje que conduce el agua hacia este. Muy bajo: Escorrentía mínima hacia el canal. Bajo: Baja presencia de escorrentía urbana. Regular: Aporte moderado de escorrentía. Alto: Alta concentración de escorrentía urbana. Muy alto: Canal receptor de grandes volúmenes de escorrentía.	Evalúa la permanencia del agua en el canal a lo largo del tiempo, identificando si permanece seco, presenta flujo ocasional o mantiene agua constante. Muy bajo: Canal seco la mayor parte del tiempo. Bajo: Agua solo en lluvias ocasionales. Regular: Alterna entre periodos secos y con agua. Alto: Agua presente gran parte del tiempo. Muy alto: Canal permanentemente con agua.	Evalúa la capacidad hidráulica del canal para conducir y almacenar agua pluvial sin generar saturación o desbordamientos. Muy bajo: Capacidad hidráulica insuficiente. Bajo: Capacidad limitada para conducir el flujo. Regular: Capacidad aceptable en lluvias moderadas. Alto: Buena capacidad de conducción. Muy alto: Capacidad óptima para grandes caudales.	Evalúa la frecuencia con la que el canal se desborda o genera inundaciones en su área aferente. Muy bajo: No se registran inundaciones. Bajo: Inundaciones ocasionales. Regular: Inundaciones en lluvias fuertes. Alto: Inundaciones frecuentes en temporada lluviosa. Muy alto: Inundaciones recurrentes.	Evalúa la presencia de conexiones erradas o descargas no pluviales al sistema de drenaje. Muy bajo: Sin descargas no pluviales. Bajo: Presencia mínima de conexiones erradas. Regular: Descargas no pluviales moderadas. Alto: Alta presencia de conexiones erradas. Muy alto: Descargas no pluviales generalizadas.	Evalúa la acumulación de residuos o sedimentos que pueden obstruir el flujo y reducir la capacidad hidráulica del canal. Muy bajo: Canal limpio sin obstrucciones. Bajo: Presencia mínima de residuos o sedimentos. Regular: Acumulación moderada de residuos. Alto: Alta presencia de residuos u obstrucciones. Muy alto: Canal altamente obstruido.	Síntesis del comportamiento hidráulico del canal a partir de los indicadores evaluados, identificando su nivel de escorrentía, capacidad, inundación y presiones urbanas asociadas.

Convenciones

Los indicadores se califican en cinco niveles: muy bajo (1), bajo (2), regular (3), alto (4) y muy alto (5), según el grado de presencia o incidencia de cada condición analizada.

Muy bajo · Bajo · Regular · Alto · Muy alto · Punto crítico de intervención

Contexto hidrológico			Factores urbanos de impermeabilización		Conflictos por canalización			Factores por obstrucción		Conclusiones
Zona hídrica	Cuenca	Infraestructura de canal pluvial	Conectividad de áreas permeables	Concentración de escorrentia	Temporalidad del agua	Eficiencia de capacidad	Frecuencia de inundación	Descargas no pluviales	Nivel de obstrucción	
Transición	Cuenca Río Cali	Canal Cll 52 N								El canal evidencia insuficiencia en su capacidad por lo que se desborda en temporadas de lluvia.
		Canal Cll 45 N								El canal recibe gran volumen de escorrentía pero mantiene una buena capacidad.
		Canal 3 N								El canal recibe gran volumen de escorrentía pero mantiene una buena capacidad. Sin embaro hay presencia de resiudos sólidos.
		Canal Av 4 N								El canal recibe gran volumen de escorrentía pero mantiene una buena capacidad. Sin embaro hay presencia de resiudos sólidos.
		Canal Cll 34 N								El canal recibe gran volumen de escorrentía pero mantiene una buena capacidad. Sin embaro hay presencia de resiudos sólidos.
		Canal Cll 29 N								El canal evidencia insuficiencia en su capacidad y alta temporalidad de agua por lo que se desborda más rápido en temporadas de lluvia.
		Canal Menga								El canal recibe gran volumen de escorrentía pero mantiene una buena capacidad.
	Cuenca Río Cañaveralejo, Lili y Meléndez	Canal Av de los cerros								El Canal recibe considerable carga de escorrentía lo que causa el desbordamiento y presenta presencia de residuos sólidos
		Canal puente La Palma								El canal recibe gran volumen de escorrentía pero mantiene una buena capacidad.
		Canal Nápoles								El canal recibe gran volumen de escorrentía pero mantiene una buena capacidad.
Conducción	Cuenca Río Cali	Canal Cll 52 N								El canal evidencia insuficiencia en su capacidad por lo que se desborda en temporadas de lluvia.
		Canal Cll 45 N								El canal recibe buen volumen de escorrentía pero mantiene una buena capacidad.
		Canal Cll 34 N								El canal recibe volumen de escorrentía pero mantiene una buena capacidad. Sin embaro hay presencia de resiudos sólidos.
		Canal Menga P2								El canal no recibe tanta carga de escorrentía pero tiene buena capacidad.
	Cuenca Río Cañaveralejo, Lili y Meléndez	Canal puente La Palma P2								El canal recibe volumen de escorrentía pero mantiene una buena capacidad. Sin embargo hay presencia de residuos sólidos.
		Canal Nápoles P2								El canal recibe volumen de escorrentía pero se desborda ocasionalmente
		Canal Cll 39								El canal recibe volumen de escorrentía pero se desborda ocasionalmente
		Canal Cra 18								El canal no recibe tanta carga de escorrentía pero tiene buena capacidad.
		Canal interceptor Cañaveralejo								El canal recibe buena cantidad de escorrentía pero tiene una buena capacidad. Sin embargo se evidencia la presencia de residuos sólidos y posibles conexiones erradas.
		Canal Pasoancho								El canal no recibe tanta carga de escorrentía pero tiene buena capacidad.
		Canal Granada								El canal no recibe tanta carga de escorrentía pero tiene buena capacidad. Sin embargo se evidencia posibles conexiones erradas.
		Canal El Ingenio 1								El canal no recibe tanta carga de escorrentía pero tiene buena capacidad.
		Canal Univalle 1								El canal no recibe tanta carga de escorrentía pero tiene buena capacidad.
		Canal Univalle 2								El canal no recibe tanta carga de escorrentía pero tiene buena capacidad.
		Canal Guaduales								El canal recibe buena cantidad de escorrentía pero tiene una buena capacidad. Sin embargo se evidencia la presencia de residuos sólidos y posibles conexiones erradas.


Contexto hidrológico
Factores urbanos de impermeabilización
Conflictos por canalización
Factores por obstrucción
Conclusiones
Zona hídrica
Cuenca
Infraestructura de canal pluvial
Conectividad de áreas permeables
Concentración de escorrentía
Temporalidad del agua
Eficiencia de capacidad
Frecuencia de inundación
Descargas no pluviales
Nivel de obstrucción
Conducción
Cuenca Río Cañaveralejo, Lili y Meléndez
Canal Cll 14
El canal no recibe tanta carga de escorrentía pero tiene buena capacidad.
Canal Río Cañaveralejo
En el canal se evidencia un gran volumen de escorrentía y alta temporalidad lo que causa que se rebose el agua.
Canal Autopista P1
El canal no recibe tanta carga de escorrentía pero tiene buena capacidad.
Canal Autopista P2
El canal no recibe tanta carga de escorrentía, tiene una temporalidad considerable pero tiene buena capacidad. Sin embargo hay presencia de posibles conexiones erradas.
Canal Autopista P3
El canal no recibe tanta carga de escorrentía, tiene una temporalidad considerable pero tiene buena capacidad. Sin embargo hay presencia de posibles conexiones erradas.
Canal Oriental Superior P1
El canal recibe buena carga de escorrentía, hay temporalidad considerable pero no se rebosa. Sin embargo hay presencia de conexiones erradas y residuos sólidos.
Canal Cll 25
A pesar de la alta carga de agua y escorrentía el canal no se rebosa, sin embargo hay una alta presencia de conexiones erradas y residuos sólidos lo que puede causar obstrucción.
Canal Santa Elena
El canal no recibe tanta carga de escorrentía, sin embargo se ha rebosado ocasionalmente debido a la obstrucción por residuos sólidos.
Canal Cañaveralejo P1
El canal recibe alta escorrentía y hay alta temporalidad lo que ocasiona la inundación. Adicionalmente se evidencia posibles conexiones erradas y residuos sólidos.
Canal Cll 70
El canal no recibe tanta carga de escorrentía, tiene una temporalidad considerable pero tiene buena capacidad. Sin embargo hay presencia de posibles conexiones erradas.
Evacuación
Cuenca Río Cañaveralejo, Lili y Meléndez
Canal laguna Aguablanca
El canal recibe considerable carga de escorrentía y buena temporalidad y no hay presencia de inundaciones. Sin embargo hay una alta presencia de residuos sólidos.
Canal Cra 1A 6
El canal no tiene alta carga de escorrentía, sin embargo tiene buena temporalidad.
Canal Cra 1D
El canal no tiene alta carga de escorrentía, sin embargo tiene buena temporalidad.
Canal Cra 3D
El canal no tiene alta carga de escorrentía, sin embargo tiene buena temporalidad. Lo que si se evidencia es alta presencia de residuos sólidos.
Canal Cll 42 Mariano Ramos
El canal no recibe tanta escoreentía, tiene buena capacidad pero hay presencia de posibles conexiones erradas y residuos sólidos.
Canal Autopista P4
El canal no recibe tanta escorrentía, tiene buena capacidad pero hay presencia de posibles conexiones erradas.
Canal Oriental Superior P2
El canal recibe carga de escorrentía, pero tiene buena capacidad. Sin embargo hay presencia de posibles conexiones erradas y residuos sólidos.
Canal Cañaveralejo P2
El canal recibe carga de escorrentía, pero tiene buena capacidad, pero se rebosa ocasionalmente. Sin embargo hay presencia de posibles conexiones erradas y residuos.
Canal Cauquita
El canal recibe carga de escorrentía, pero tiene buena capacidad. Sin embargo hay presencia de posibles conexiones erradas y residuos sólidos.
Canal Comfandi
El canal no tiene alta carga de escorrentía, sin embargo tiene buena temporalidad.
Canal Cll 48 Caney
El canal no tiene alta carga de escorrentía, sin embargo tiene buena temporalidad.
Canal Oriental
El canal evidencia altos indicadores de carga de agua y presencia de residuos sólidos lo que podría ocasionar el rebose del canal.
Canal Secundario
A pesar de que el canal tiene buena capacidad su área aferente se inunda por embotellamiento hidráulico.
Canal Puerto Mallarino
El canal evidencia que tiene alta carga de agua y presencia de residuos sólidos, sin embargo no se rebosa.
Canal Interceptor Sur
El canal evidencia que tiene alta carga de agua y presencia de residuos sólidos, sin embargo no se rebosa. Adicionalmente hay presencia de posibles conexiones erradas.

E CANAL *secundario*

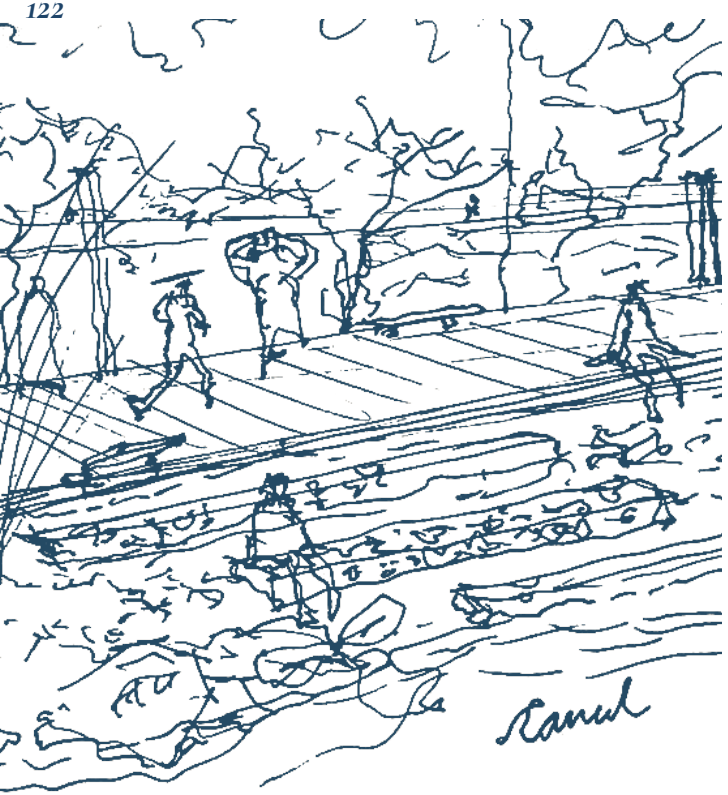
Capitulo 05 | Proyecto Piloto

Figura 68: *Boceto intervención del canal*
Elaboración Propia

Figura 69: *Cortes gestión del agua en el Canal Secundario*
Elaboración Propia

Figura 70: *Mapas de diagnóstico Canal Secundario*
Elaboración Propia

Figura 71: *Mapas de propuesta Canal Secundario*
Elaboración Propia



Corredor Ambiental del Canal Secundario

El plan piloto del proyecto se localiza en el canal secundario ubicado en el oriente de la ciudad de Cali, dentro de su respectiva microcuenca urbana. Este canal forma parte de la red hídrica secundaria de la ciudad y se inserta en un contexto urbano consolidado, donde el sistema de canales estructura el drenaje superficial y define relaciones directas con el espacio público y las áreas verdes circundantes.

El canal cuenta con una longitud total aproximada de 4.30 km, de los cuales se selecciona un tramo de 1.8 km para el desarrollo del plan piloto. Este tramo se concibe como un corredor ambiental inundable, en el cual se integran diferentes estrategias de infraestructura verde orientadas al manejo del agua lluvia y a la recomposición del paisaje urbano.

Dentro del área de intervención se propone la implementación articulada de procesos de renaturalización del canal, la incorporación de Parques Amigos, la localización estratégica de tanques de tormenta y la aplicación de criterios paisajísticos y ecológicos definidos en el Manual de Diseño del proyecto. De esta manera, el Plan Piloto funciona como un caso de estudio que demuestra la viabilidad de integrar el sistema hídrico urbano con el espacio público y el paisaje.

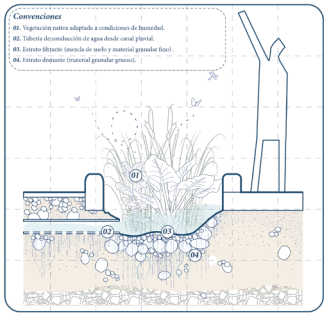
Gestión del agua

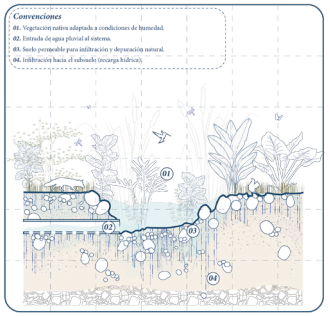
Transformación del territorio

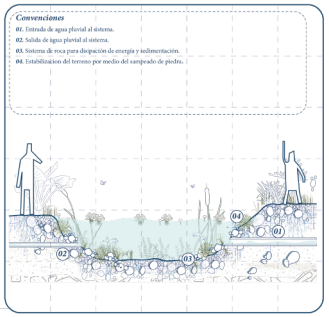
La gestión del agua en el área del Plan Piloto se concibe como un sistema integrado de acciones encadenadas, donde el agua lluvia opera como un recurso que se conduce, se transforma y se devuelve al sistema de manera controlada. Este enfoque permite que el territorio funcione como una infraestructura hídrica activa, capaz de responder a diferentes intensidades de lluvia y de adaptarse a las dinámicas propias del canal y del paisaje urbano.

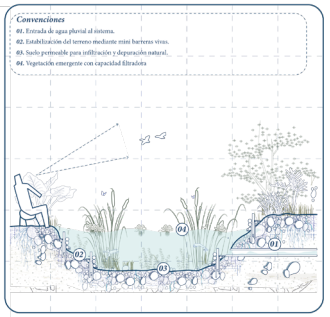
Dentro de este sistema se definen unidades de acción del agua, cada una asociada a procesos específicos como el almacenamiento, la infiltración, la retención y la desaceleración del flujo. Estas acciones se materializan a través de jardines de lluvia, superficies permeables, alcorques inundables, humedales. El agua ingresa al sistema, es retenida temporalmente, filtrada y depurada, permitiendo su posterior infiltración al suelo o su retorno controlado al canal.

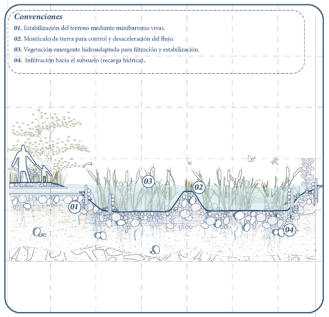
De esta forma, el conjunto de elementos funciona de manera similar a una planta hídrica distribuida, donde cada componente cumple un rol dentro del ciclo del agua: capturar, regular, limpiar y redistribuir. Los Parques Amigos actúan como espacios de transición, facilitando tanto el ingreso como el regreso del agua al sistema hídrico urbano.

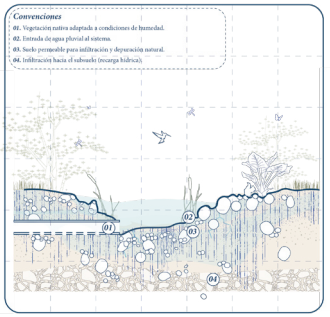






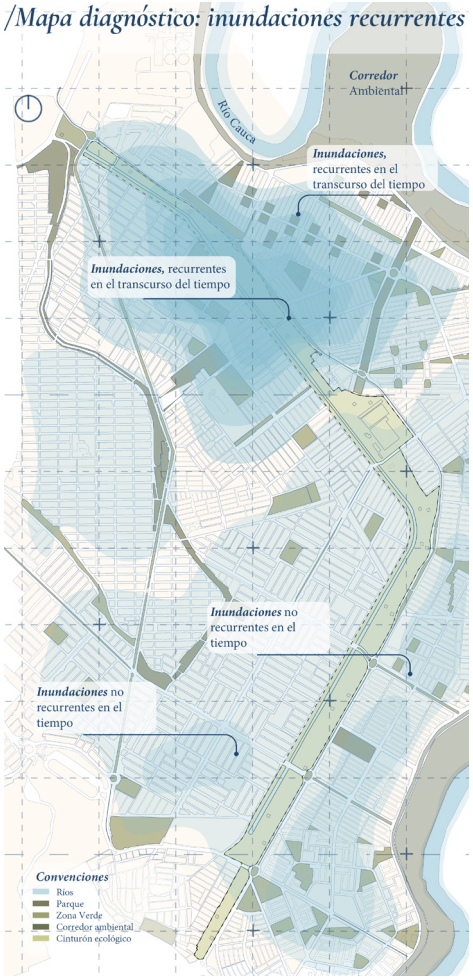






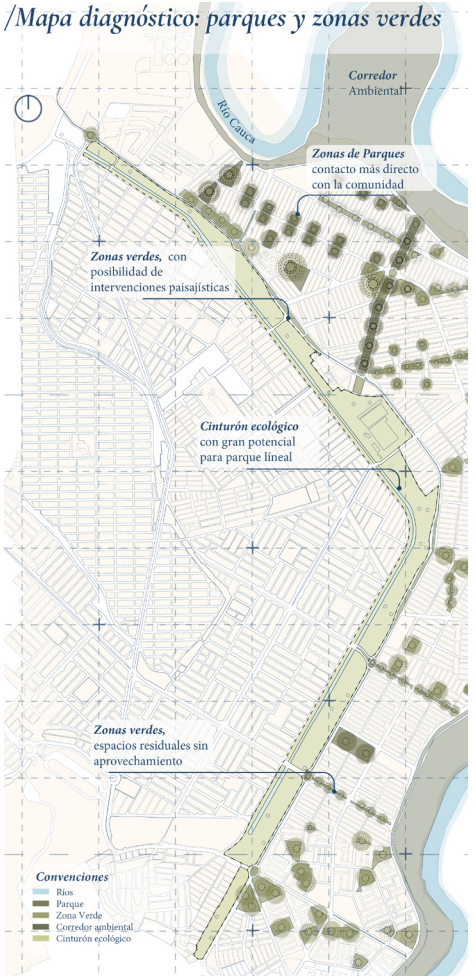
Diagnóstico del Corredor

/Mapa diagnóstico: inundaciones recurrentes



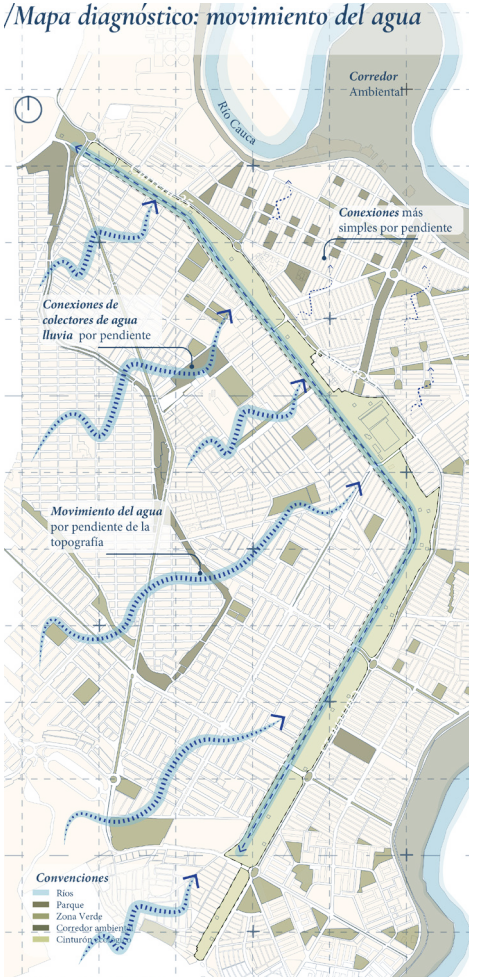
El tramo de intervención se determina a partir del análisis cartográfico de inundaciones, permitiendo identificar los sectores del canal con mayor frecuencia de afectaciones y priorizar su intervención.

/Mapa diagnóstico: parques y zonas verdes



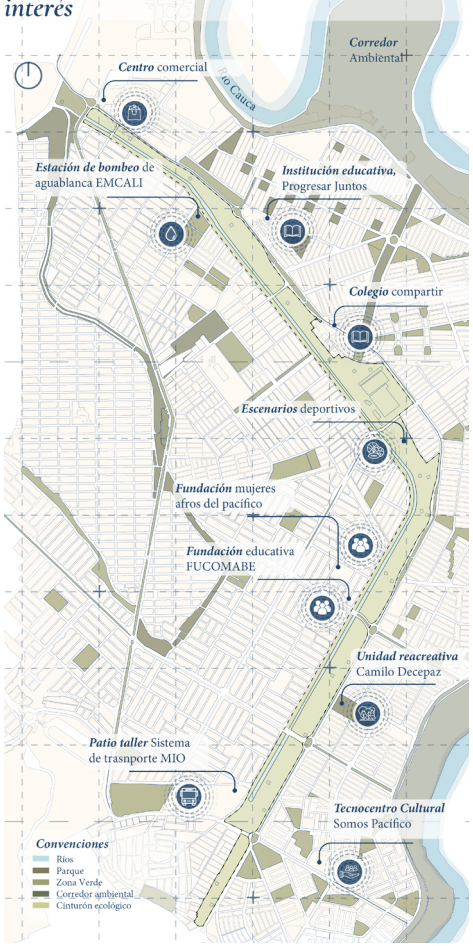
En el costado derecho del canal se identifican varias zonas verdes que funcionan como parques barriales, configurando una franja de espacio público al tejido residencial circundante.

/Mapa diagnóstico: movimiento del agua



El agua se desplaza siguiendo la pendiente natural del terreno, adaptándose a la topografía del corredor y definiendo un recorrido de escorrentía que responde directamente a las condiciones del lugar.

/Mapa diagnóstico: equipamientos y zonas de interés



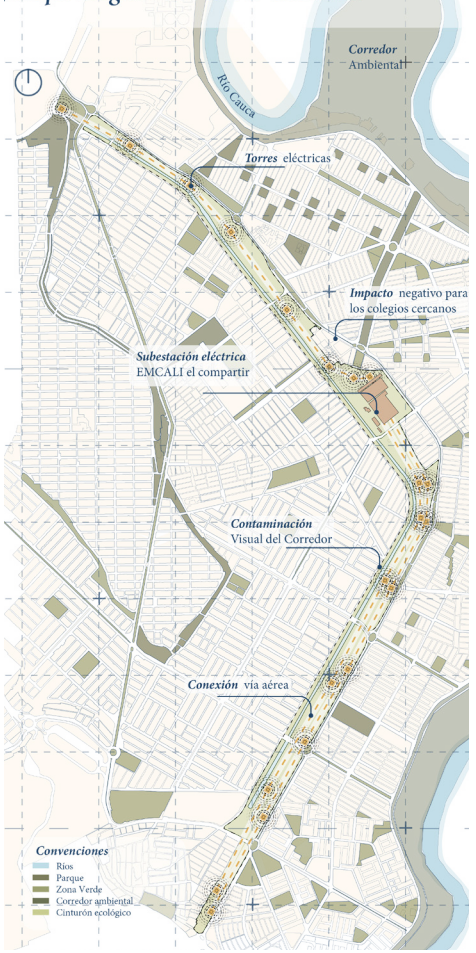
Cuenta con algunos equipamientos educativos y escenarios deportivos; sin embargo, estos funcionan de manera aislada, manteniendo una escasa actividad programática.

/Mapa diagnóstico: sistema de movilidad



El canal secundario está acompañado por la carrera 25 en su margen derecha, vía. En la margen opuesta existe una vía local de bajo flujo para viviendas, con seis transversalidades que lo cruzan.

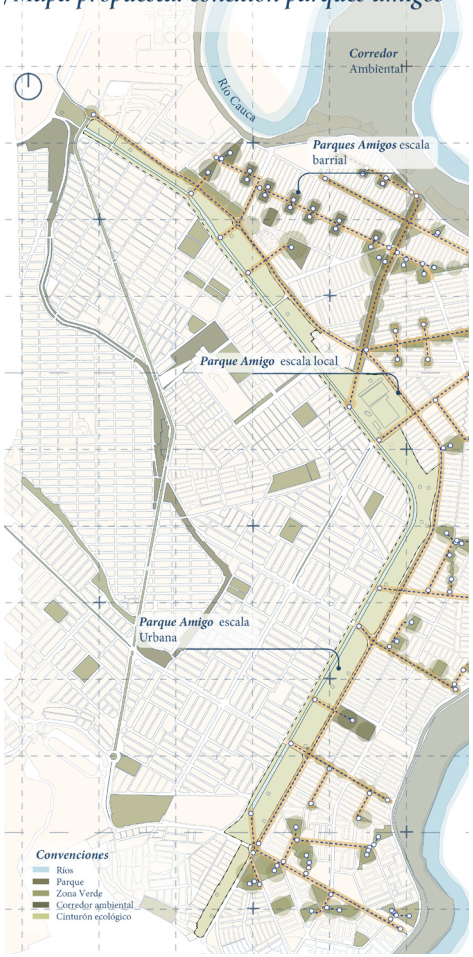
/Mapa diagnóstico: torres eléctricas



El corredor está atravesado por un conjunto de torres de transmisión eléctrica y una planta eléctrica, infraestructuras que generan restricciones en los usos y ocupaciones del entorno inmediato.

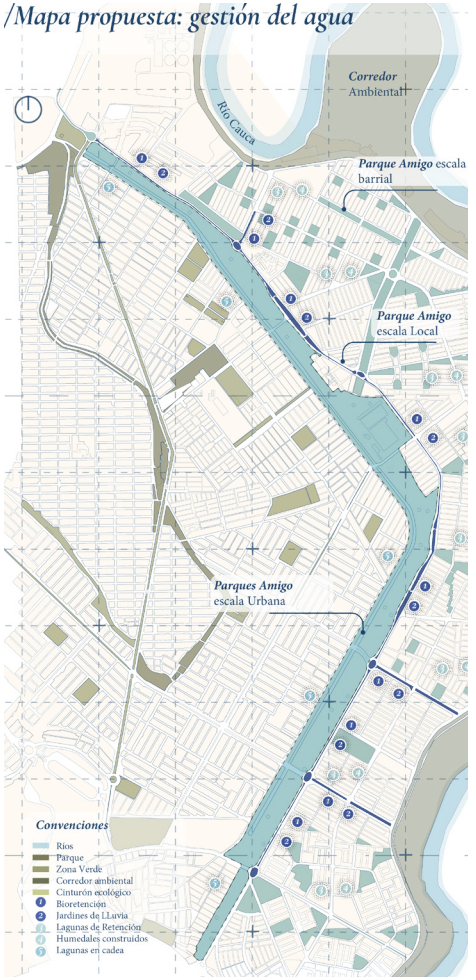
Propuesta del Corredor

/Mapa propuesta: conexión parques amigos



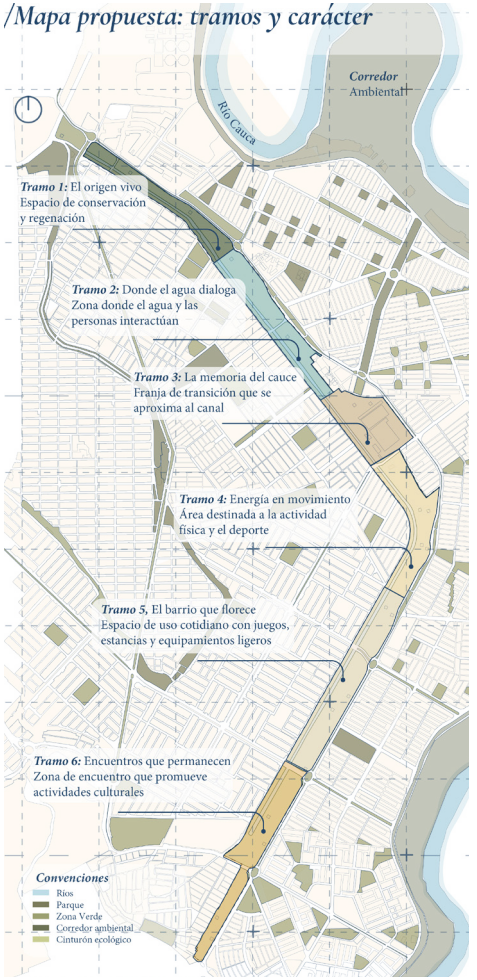
Las conexiones se plantean como extensiones inundables que amplían el corredor hídrico, permitiendo la gestión temporal del agua y generando espacios públicos adaptativos

/Mapa propuesta: gestión del agua



La gestión hídrica se estructura mediante procesos de fitorremediación, infiltración e inundación controlada, estrategias que permiten reducir los riesgos asociados a eventos de lluvia.

/Mapa propuesta: tramos y carácter



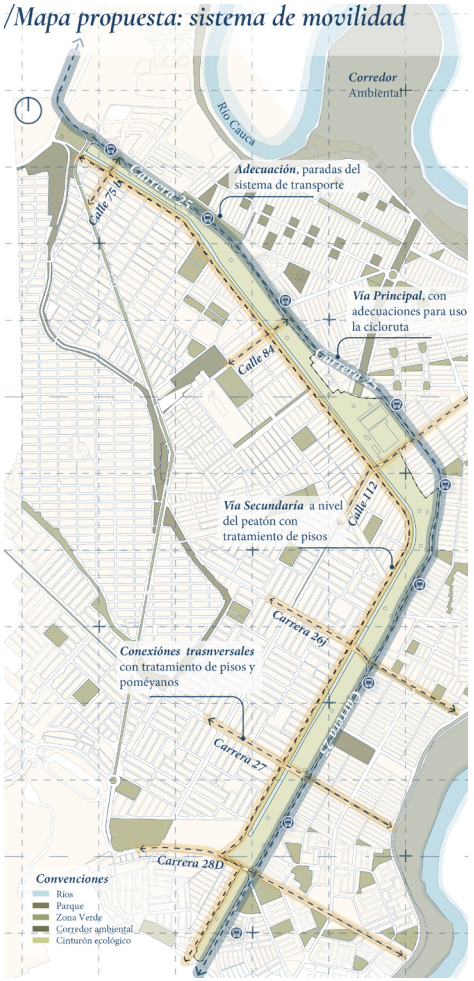
Se consolida un carácter específico, articulando paisaje, agua e infraestructura urbana, y definiendo condiciones espaciales que responden a las dinámicas hidricas y necesidades del entorno urbano.

/Mapa propuesta: ocupación



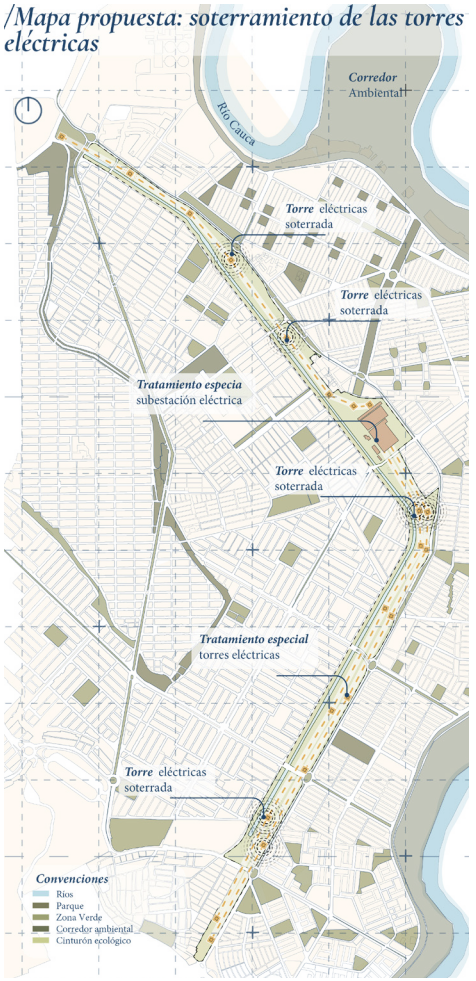
El corredor se ocupa mediante infraestructuras livianas que permiten el disfrute urbano y el contacto con el canal, integrando espacios de estancia y recorridos con estrategias de manejo y adaptación hídrica.

/Mapa propuesta: sistema de movilidad



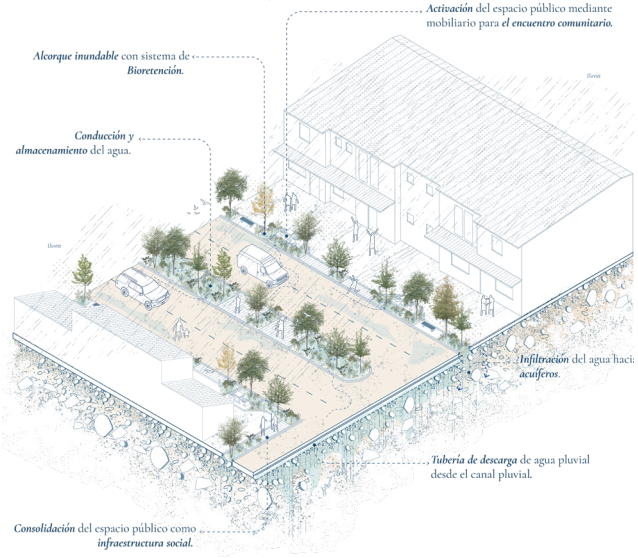
La movilidad del corredor se plantea bajo criterios sostenibles, integrando ciclorutas y recorridos peatonales continuos, donde el tránsito a pie tiene prioridad sobre el vehicular.

/Mapa propuesta: soterramiento de las torres eléctricas

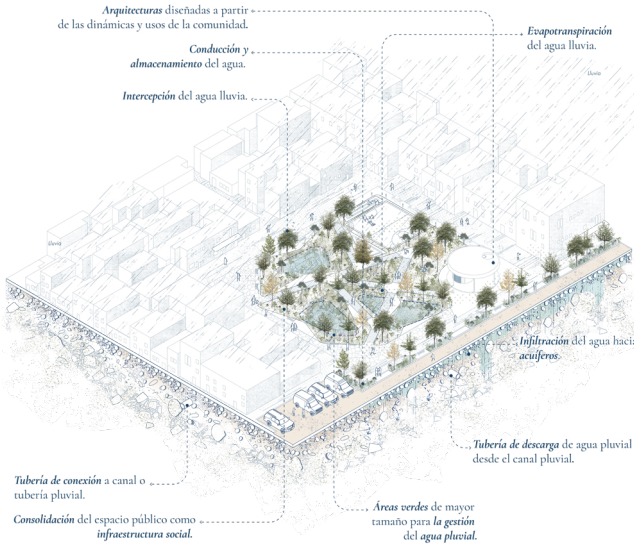


Se plantea el soterramiento de algunas torres eléctricas con el fin de liberar el espacio superficial, mejorar la experiencia urbana y favorecer la continuidad paisajística del corredor.

/Escala local - Diseño de espacio público y bioretenciòn.



/Escala barrial - Diseño de espacio público y humedales.



Parques Amigos
Diseño e intervención

Los parques amigos de escala pequeña y mediana se plantean como intervenciones que articulan infraestructura hídrica y espacio público. En la escala pequeña, los separadores verdes incorporan un diseño principalmente paisajístico orientado a mejorar la calidad urbana y del agua que llega de los canales, adaptándose a las dimensiones y condiciones técnicas de cada tramo. Los alcorques, además de su tratamiento paisajístico, integran una relación más urbana mediante terrazas en los andenes, zonas de estancia y espacios de proximidad. En esta escala se emplean jardines de lluvia, zanjas secas y pequeños biocanales. Por su parte, los parques barriales incorporan adecuaciones urbanas para permitir inundaciones controladas, mediante lagunas de retención y pequeños humedales, acompañadas de mejoras en equipamientos, superficies, mobiliario y módulos de servicio (educativos y comerciales).



Figura 72: *Parques amigos propuesta - Local y Barrial*
Elaboración Propia

Figura 73: *Perspectiva Parque Amigo Escala barrial*
Elaboración Propia

Catálogo de Texturas

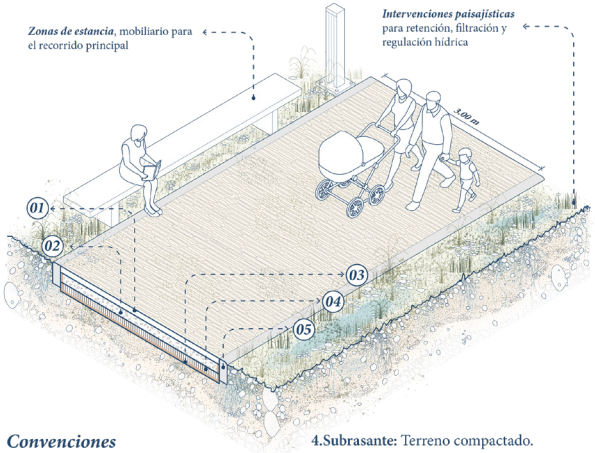
La piel del Espacio Público

Las superficies del proyecto se resuelven mediante texturas de piso permeables que favorecen la infiltración del agua. En los puntos de mayor contacto con el canal se proponen senderos elevados en malla. Los recorridos principales utilizan concreto permeable, los secundarios adoquín drenante y las plazas se consolidan mediante superficies en roca.

Figura 74: *Perspectiva texturas de pisos*
Elaboración Propia

Figura 75: *Isometrías detalle catálogo de texturas*
Elaboración Propia

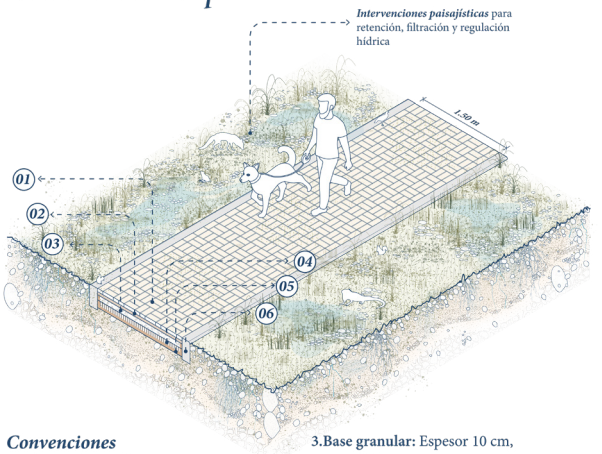
/Sendero en concreto



Convenciones

1.Concreto pigmentado: Color beige, espesor 10 cm.
2.Base granular: Espesor 10 cm, compactada.
3.Geotextil: Capa separadora.
4.Subrasante: Terreno compactado.
5.Bordillo en concreto: Elemento prefabricado para confinamiento lateral.

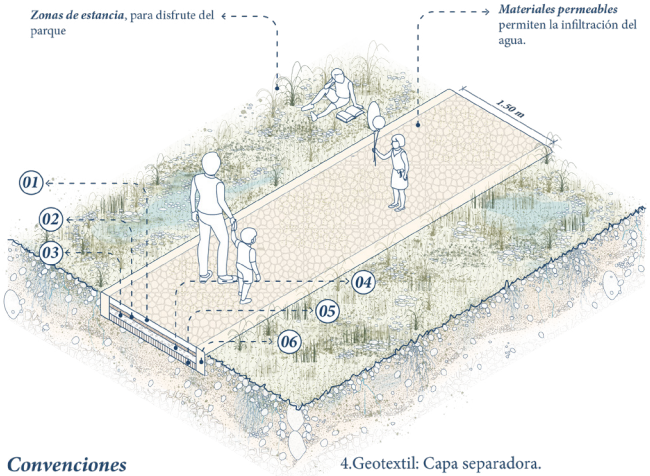
/Sendero en adoquín



Convenciones

1.Adoquín de arcilla: Pieza 20x10x6 cm, color beige, para tráfico peatonal.
2.Cama de arena: Espesor 3 cm, nivelada con pendiente del 3%.
3.Base granular: Espesor 10 cm, compactada.
4.Geotextil: Capa separadora.
5.Subrasante: Terreno compactado.
6.Bordillo en concreto: Elemento prefabricado para confinamiento lateral.

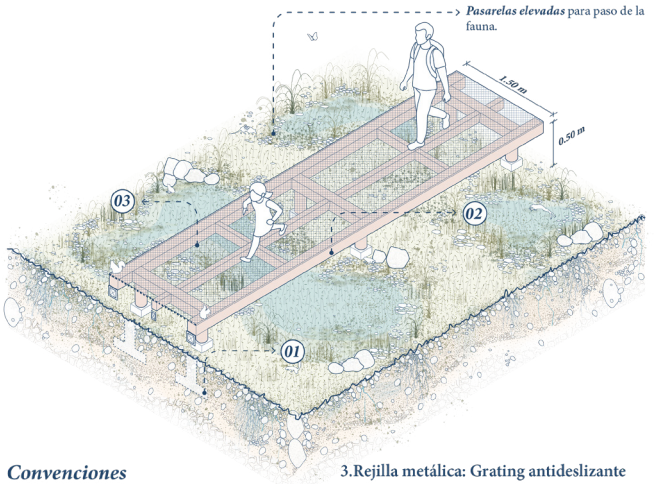
/Sendero en piedras



Convenciones

1.Láminas de piedra: Piezas naturales para acabado superficial.
2.Mortero de pega: Mezcla cemento–arena para fijación.
3.Base granular: Espesor 10 cm, compactada.
4.Geotextil: Capa separadora.
5.Subrasante: Terreno conformado y compactado.
6.Bordillo en concreto: Elemento de confinamiento, color beige.

/Sendero en malla



Convenciones

1.Zapata y pedestales: Concreto reforzado f'c=21 MPa con anclajes.
2.Estructura metálica: Acero estructural con protección anticorrosiva.
3.Rejilla metálica: Grating antideslizante fijado a estructura.

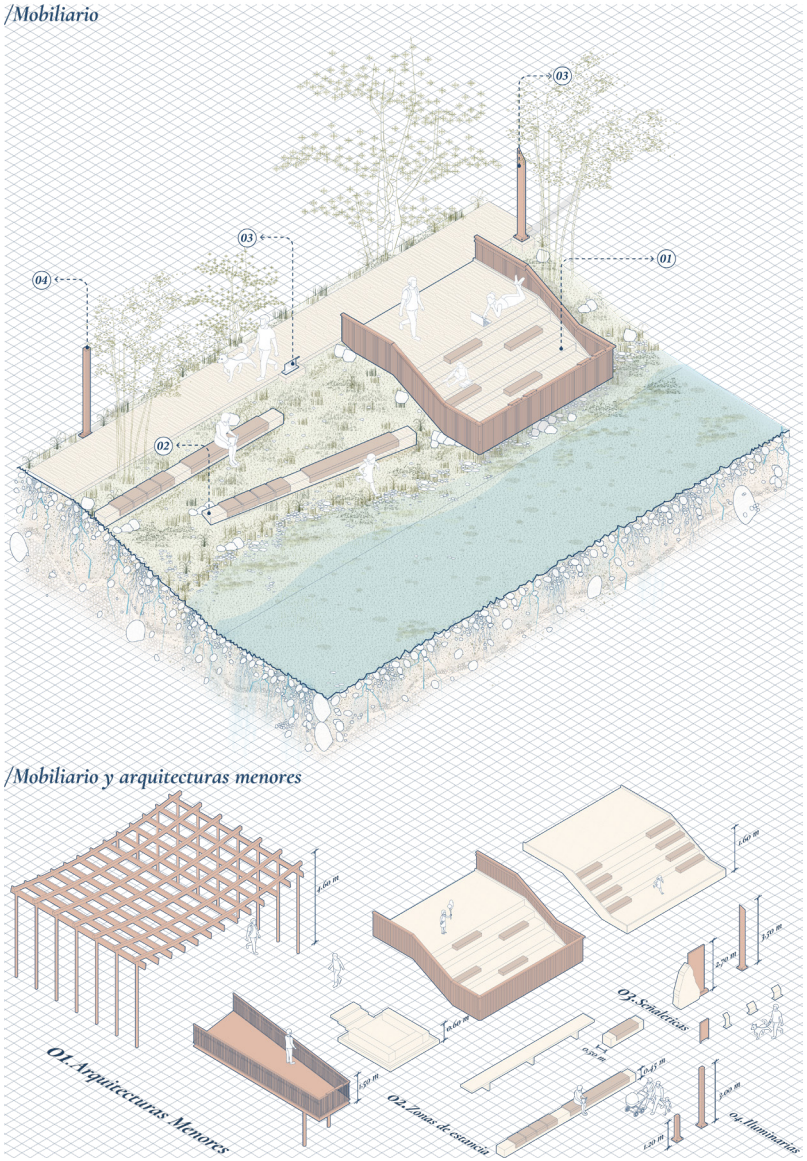


Figura 76: *Isometrías catálogo de mobiliario*

Elaboración Propia

Catálogo de Mobiliario

Elementos de mobiliario para el espacio público

El proyecto incorpora mobiliario urbano y arquitecturas menores que fortalecen la relación entre el espacio público y el sistema hídrico. Se proponen bancas en gavión integradas al paisaje, ubicadas en las proximidades del canal y zonas de estancias ubicadas en los senderos principales, acompañadas por iluminación peatonal. Asimismo, se incorporan mojadores y señaleticas, que permiten ubicar y explicar disitntos escenarios o elementos dentro del parque. Complementariamente, pequeñas arquitecturas como miradores y terrazas se disponen en puntos estratégicos, favoreciendo el contacto visual y físico con el canal y consolidando espacios de estancia y contemplación.

/Calendario de actividades

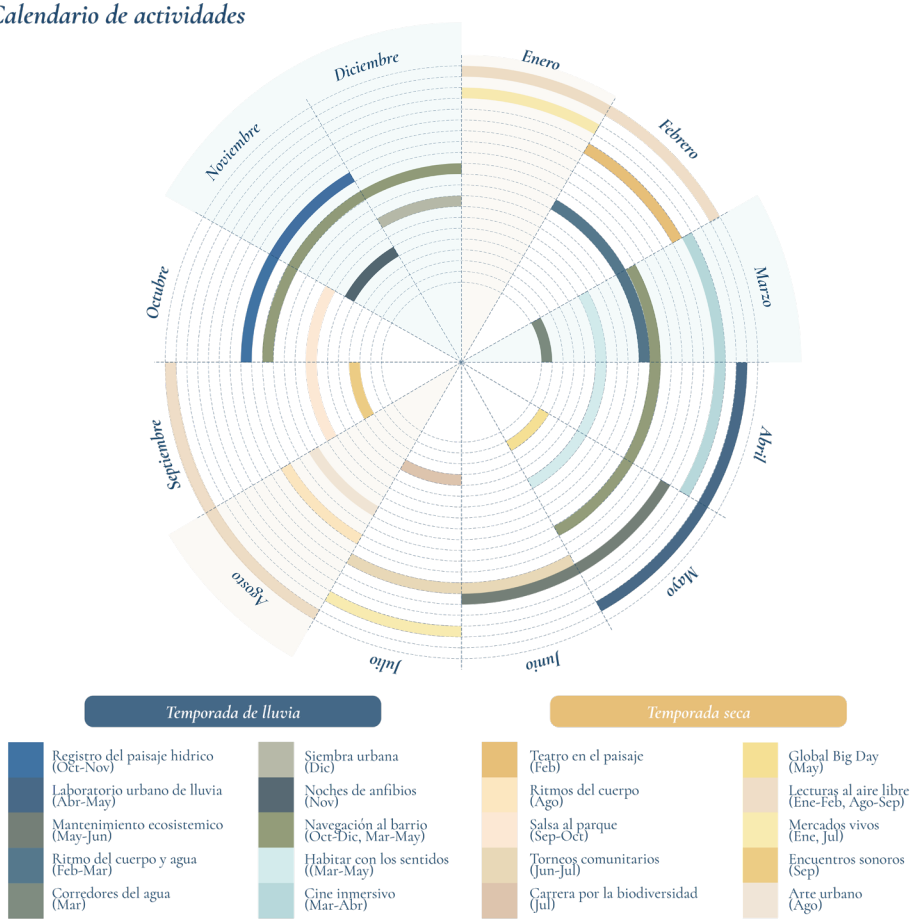


Figura 77: Calendarios culturales Canal Secundario

Elaboración Propia

Calendarios

El calendario del proyecto se plantea a partir de la temporalidad climática de Cali, reconociendo los periodos secos y lluviosos como parte del diseño del espacio público. Durante la época seca, el corredor y los parques amigos funcionan como áreas de encuentro, recreación y circulación peatonal. El territorio cede su espacio cuando está seco y lo recupera cuando lo necesita. Esta dinámica fortalece la relación entre agua y paisaje. El proyecto propone actividades compatibles con ambas temporalidades. El espacio público mantiene su uso sin perder funcionalidad. Así, se evidencia un territorio flexible y resiliente.



Intervención Tramo 1 y 2

El proyecto plantea un corredor verde de aproximadamente 4.30 km, del cual se selecciona un tramo específico para su desarrollo y demostración, localizado entre la calle 73 con carrera 25 y la calle 90, en el oriente de Cali. Este segmento corresponde a la primera etapa de consolidación del corredor ambiental inundable y se entiende como un espacio estratégico para evidenciar el funcionamiento integral de la propuesta.

El tramo concentra una mayor presencia de parques, plazas y áreas abiertas adyacentes al canal secundario, lo que facilita la conexión física y funcional entre el corredor y los Parques Amigos. Esta condición permite demostrar de manera clara las estrategias de gestión del agua, como la retención, la filtración y la infiltración, integradas al diseño del espacio público. La intervención fortalece la relación entre el canal y la estructura urbana existente, transformando áreas subutilizadas en espacios públicos activos, accesibles y de calidad. Asimismo, el corredor se concibe como un eje ambiental, social y paisajístico que articula infraestructura verde y dinámica urbana. Este tramo funciona como un ejercicio piloto que permite ensayar criterios proyectuales replicables en futuras etapas. La proximidad a sectores residenciales potencia su impacto urbano y comunitario.

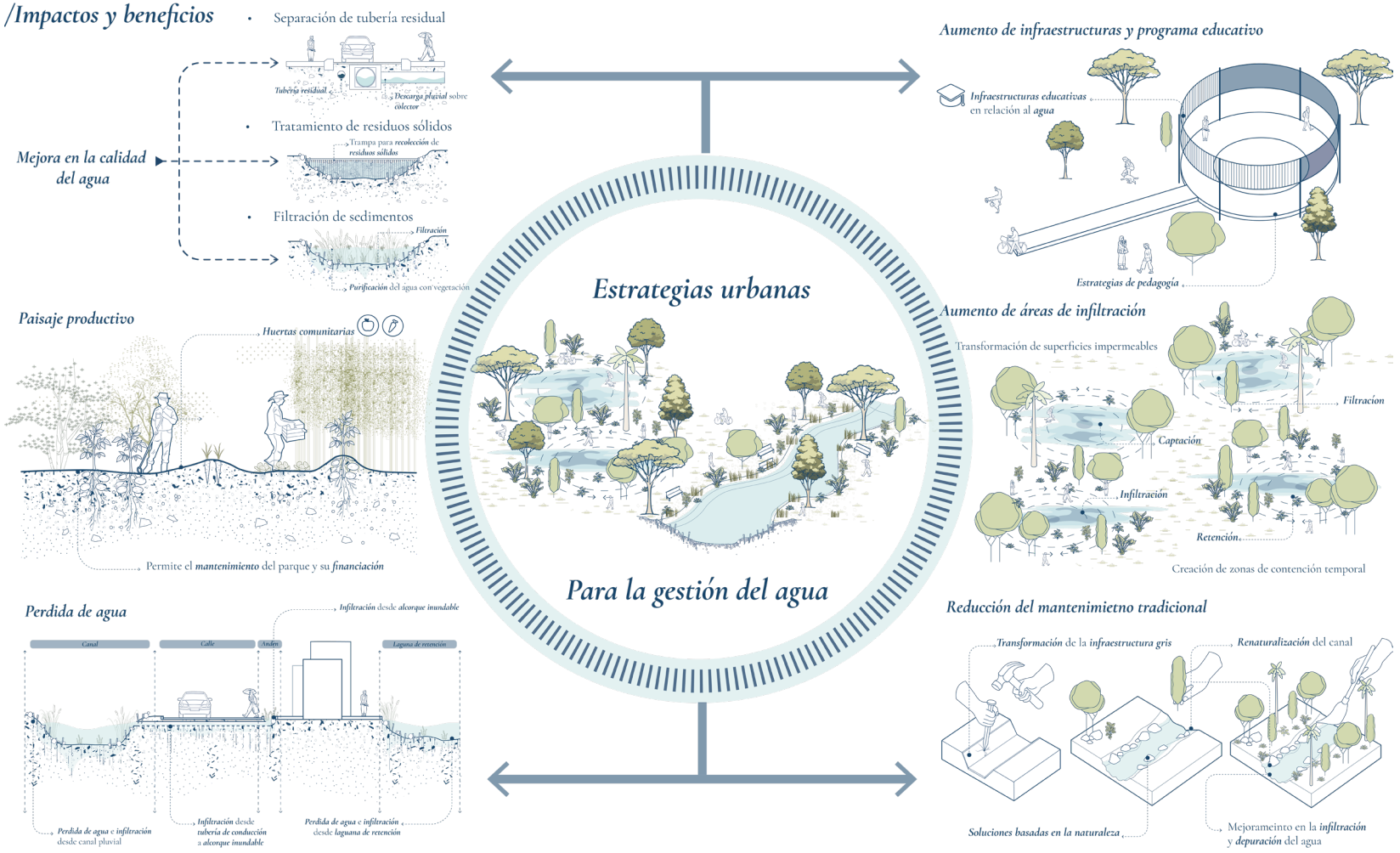


Figura 78: Lo esperado del proyecto

Elaboración Propia

Imagen 48: Texturas en árboles

Fotografía Propia





Figura 79: *Perspectiva acceso del parque*
Elaboración Propia.



Planta General



Figura 80: *Planta general del tramo*
Elaboración Propia

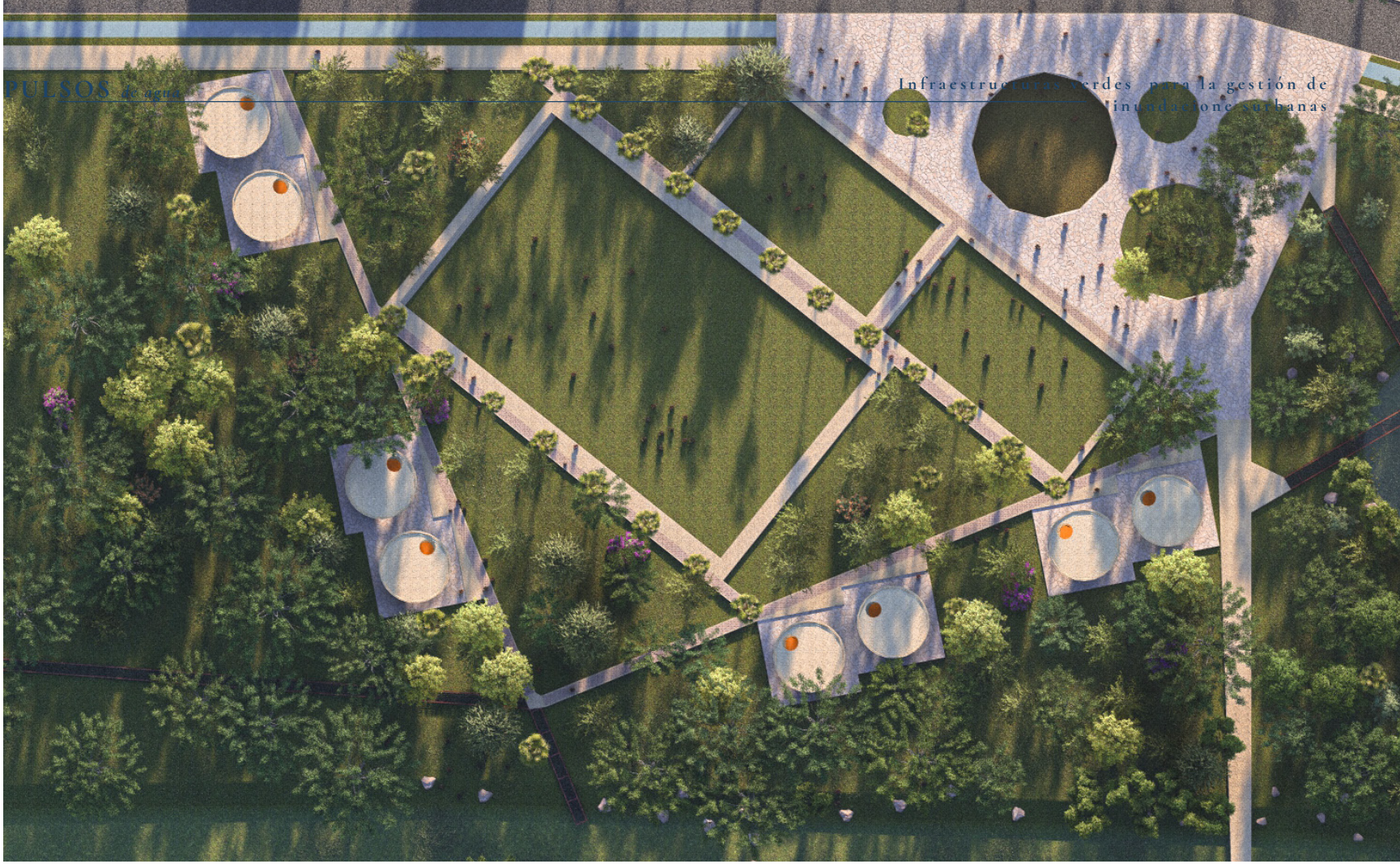


Planta General Húmeda

La gestión del agua en el tramo se plantea mediante un sistema integrado de infraestructuras verdes que responde a la inundación y a la contaminación. Los pavimentos permeables favorecen la infiltración y reducen la carga hidráulica. Los parques amigos realizan procesos de fitorremediación y depuración. Estas acciones se articulan a lo largo del corredor.



Figura 81: *Planta general húmeda*
Elaboración Propia



Planta Lupa 1

La planta a detalle propone una organización del espacio basada en la relación entre actividad urbana y gestión hídrica. En uno de los sectores se localiza un conjunto de escenarios deportivos conformado por una cancha de fútbol, canchas múltiples y una zona destinada al patinaje. Estos espacios están diseñados para funcionar principalmente durante temporadas secas, permitiendo el desarrollo de actividades recreativas y deportivas para la comunidad. Sin embargo, su configuración topográfica y materialidad también les permite actuar como áreas de amortiguación en temporadas húmedas, recibiendo temporalmente excedentes de agua provenientes del canal y contribuyendo a disminuir la presión hidráulica del sistema.

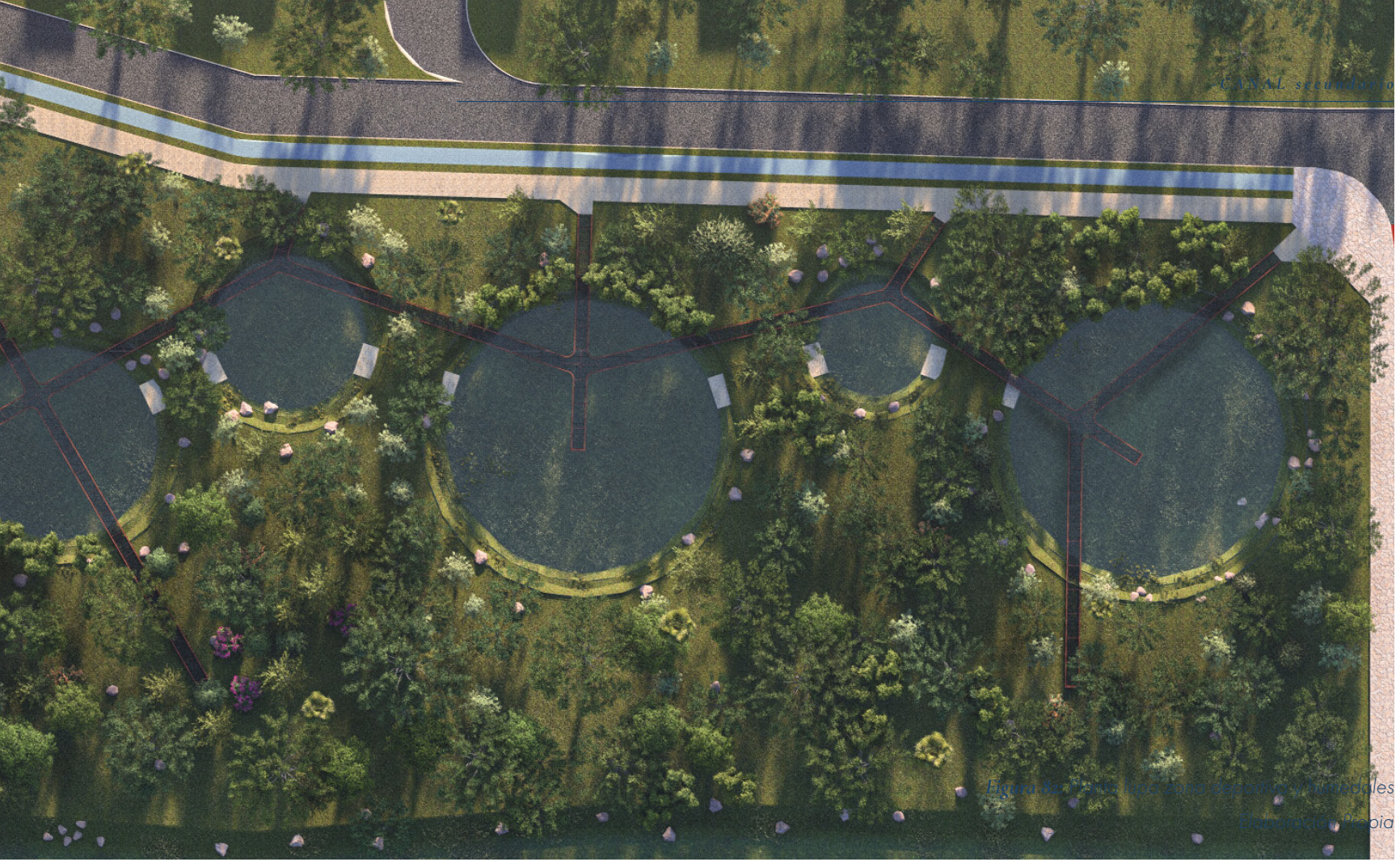


Figura 8. Vista de una de las lagunas modales
Elaboración Propia

De manera complementaria, el proyecto incorpora una zona de reserva hídrica conformada por un sistema de lagunas en cadena. Estas lagunas se conectan con el canal y pueden recibir agua en momentos específicos para almacenarla temporalmente. A través de procesos naturales de fitorremediación, apoyados por vegetación acuática, el agua retenida mejora su calidad antes de continuar su recorrido dentro del sistema hídrico.

El conjunto se articula mediante una serie de módulos que albergan servicios complementarios, entre ellos espacios comerciales, educativos y servicios sanitarios, que fortalecen el uso público del lugar. Asimismo, una red de senderos peatonales estructura el recorrido por el proyecto, permitiendo conectar los distintos programas y, en algunos tramos, establecer una relación directa con el canal y el paisaje hídrico del corredor.





Figura 83: Perspectiva de los humedales
Elaboración Propia

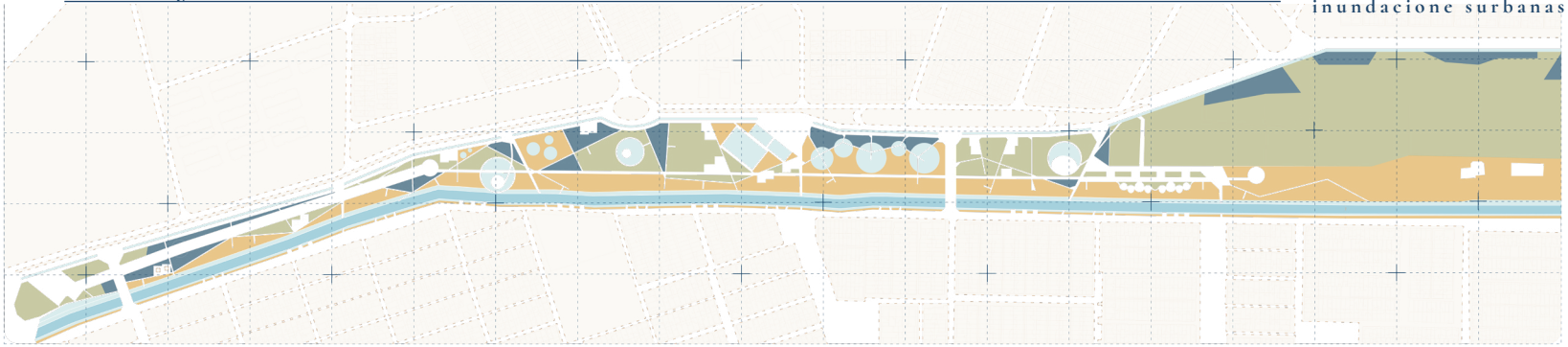
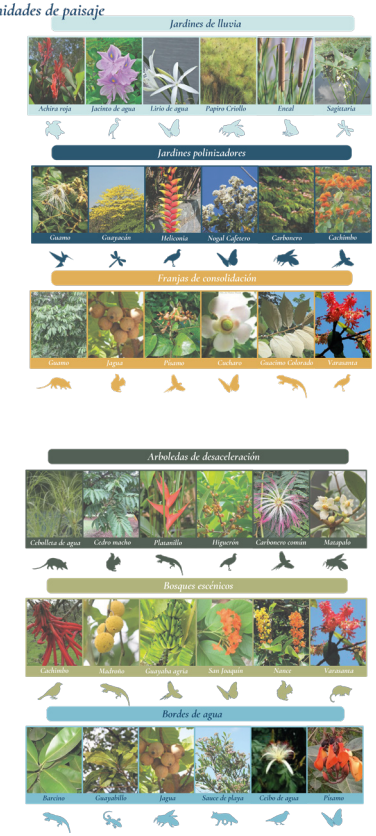


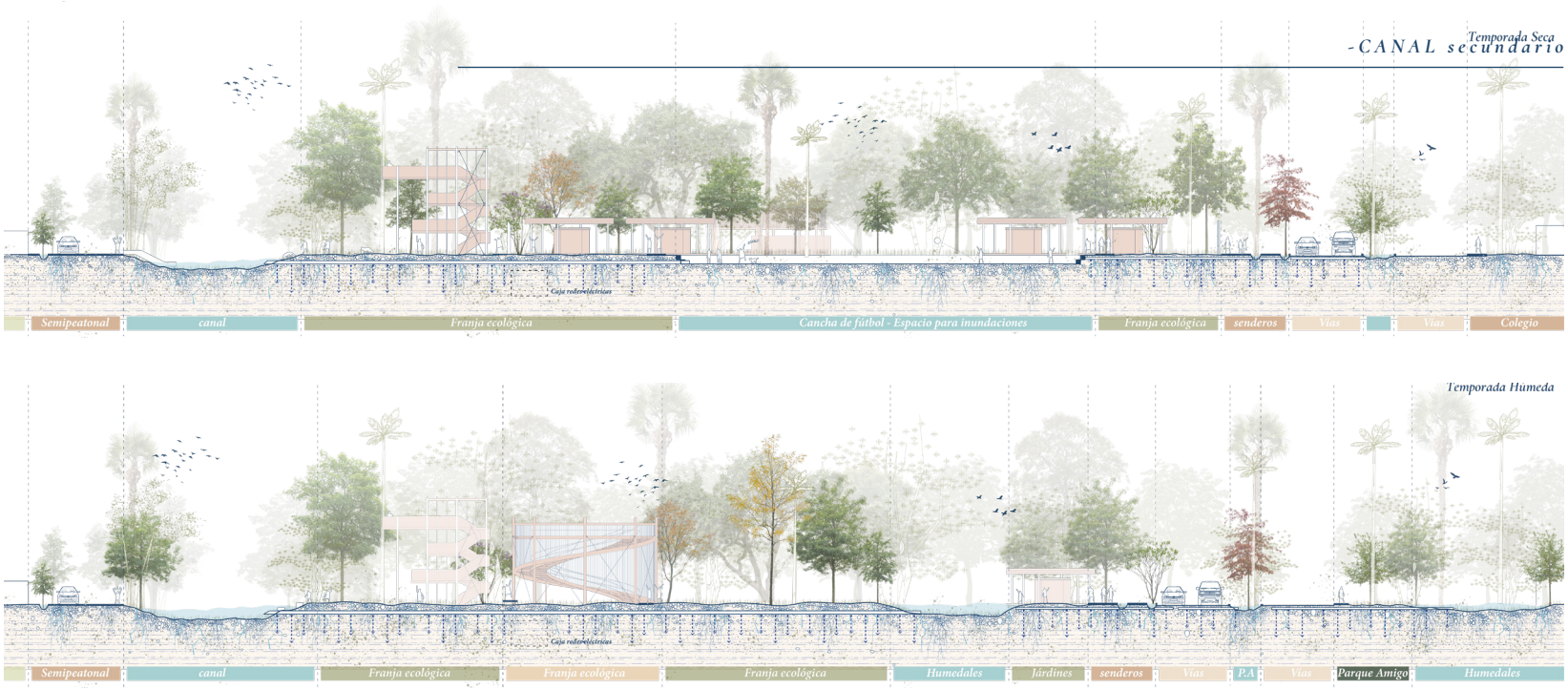
Figura 84: *Planta de paisaje*
Elaboración Propia



Planta de Paisaje

La propuesta de paisaje se desarrolla a partir de las directrices establecidas en la estrategia de renaturalización. Esta plantea la incorporación de especies nativas que contribuyen al fortalecimiento de los procesos ecológicos del lugar, favoreciendo la biodiversidad y la adaptación al entorno. Al mismo tiempo, la vegetación se organiza de manera estratégica para apoyar las espacialidades propuestas a nivel urbano, definiendo recorridos, zonas de estancia y transiciones paisajísticas que articulan el sistema hídrico con el espacio público.

Figura 85: *Unidades de paisaje*
Elaboración Propia



Diseños Técnicos

La propuesta constructiva se desarrolla a partir del entendimiento del lugar y de la relación directa entre materialidad, agua y suelo. Los materiales se integran al paisaje respondiendo a criterios de permeabilidad, drenaje e infiltración. Los detalles constructivos priorizan sistemas estratificados que permiten el paso controlado del agua y su correcta evacuación. La materialización del proyecto busca ser clara, legible y replicable, manteniendo coherencia entre el diseño paisajístico, el funcionamiento hídrico y su ejecución en el territorio.

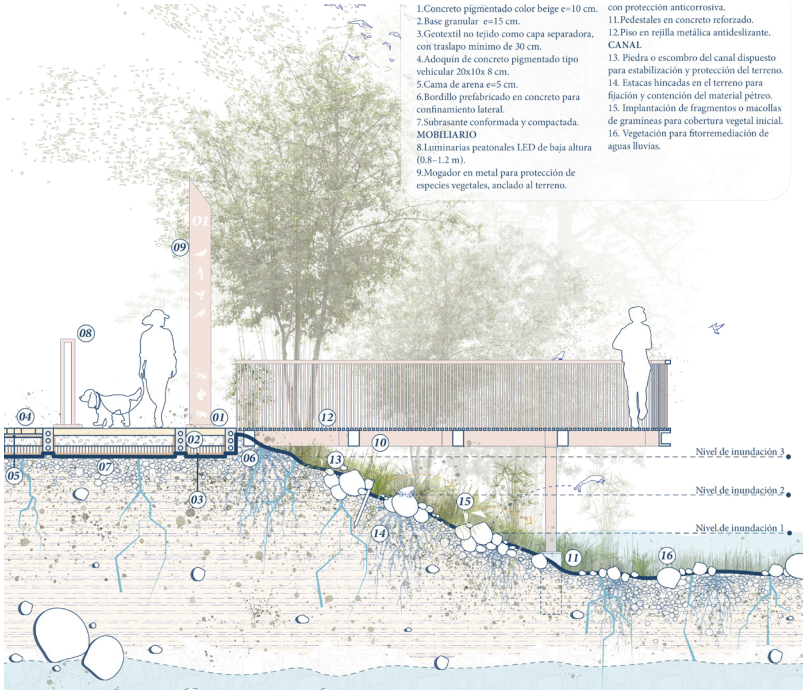
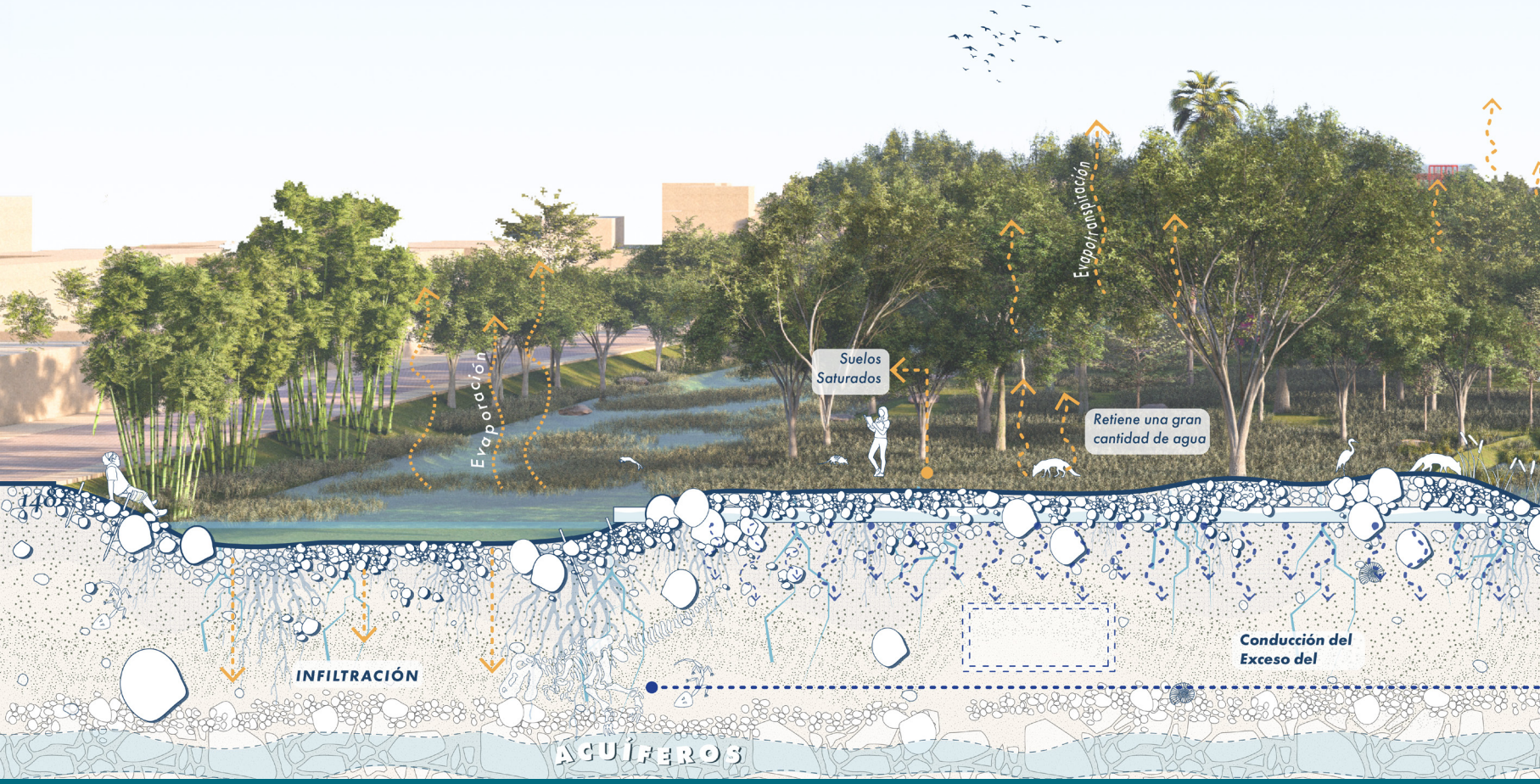


Figura 86: *Cortes generales*
Elaboración Propia

Figura 87: *Corte detalle canal*
Elaboración Propia



Corte Fugado General

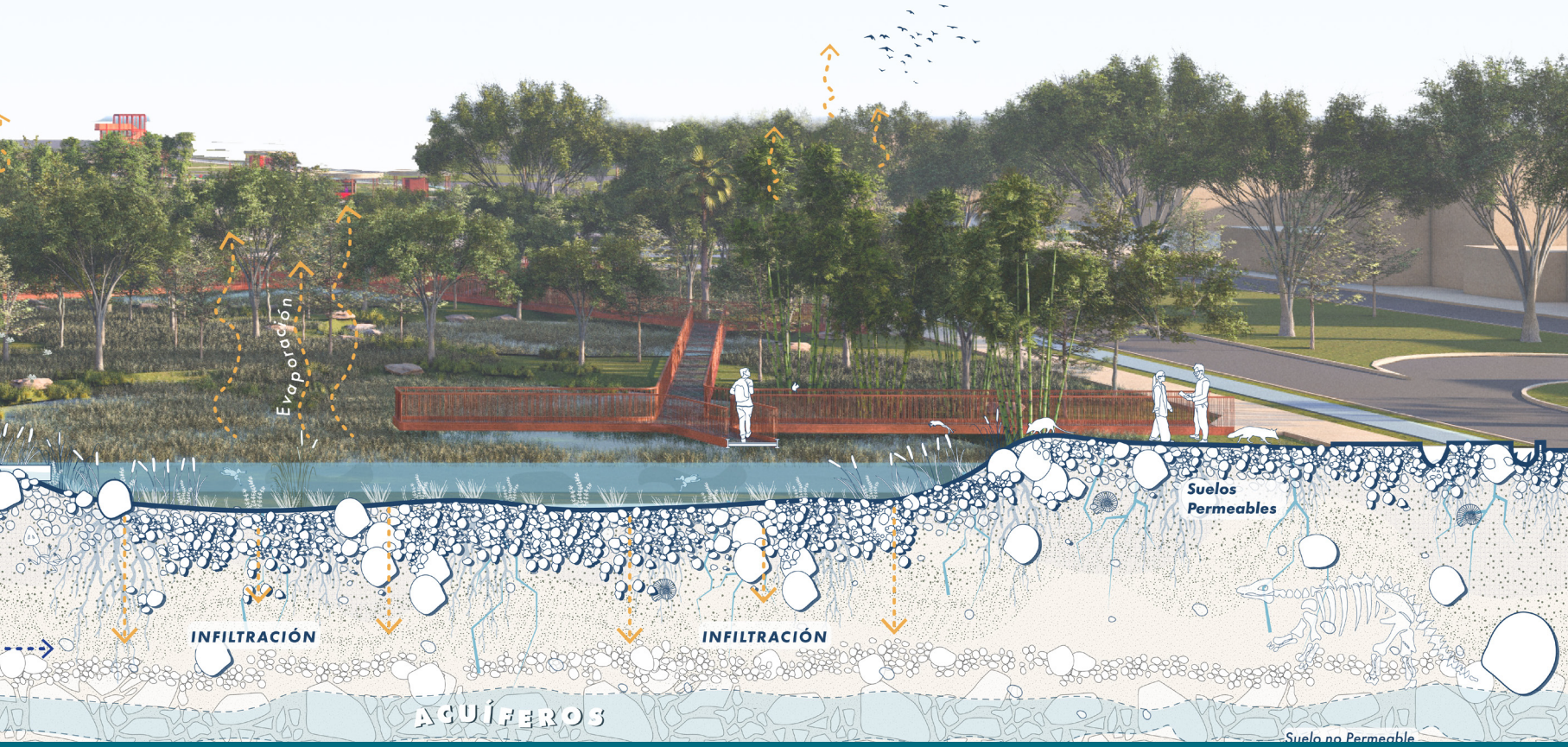


Figura 88: *Corte fugado canal y humedales*
Elaboración Propia



Figura 89: *Isometría Pabellón de las aves*
Elaboración Propia



Figura 90: *Isometría Pabellón de los insectos*
Elaboración Propia

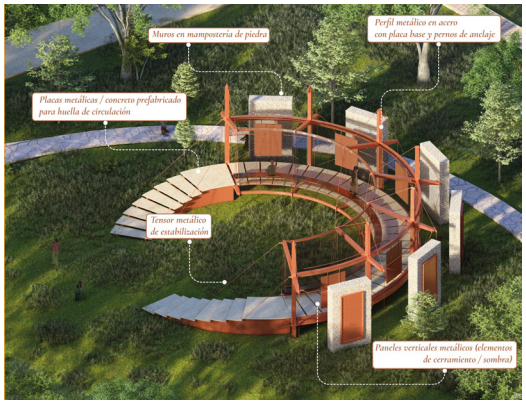


Figura 91: *Isometría Pabellón de las exposiciones*
Elaboración Propia

Arquitecturas del agua

Los pabellones y arquitecturas elevadas se conciben como puntos de encuentro vinculados al agua y al paisaje. El proyecto incorpora tres pabellones de exposición con funciones complementarias: uno desti-



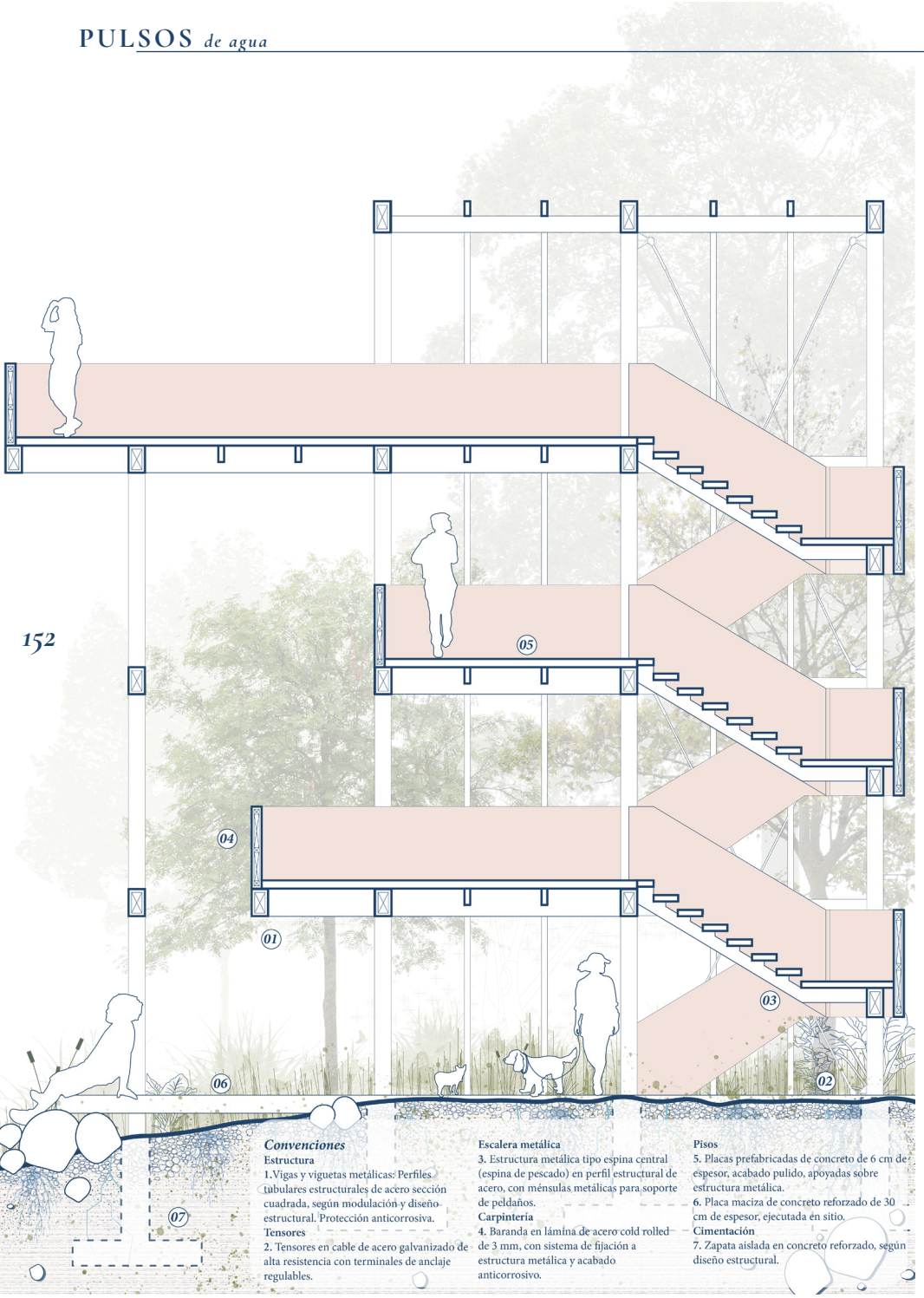
Figura 92: *Perspectiva Pabellón de los insectos y anfibios*
Elaboración Propia



Figura 93: Perspectiva Pabellón de las aves
Elaboración Propia



Figura 94: Perspectiva Pabellón de las exposiciones
Elaboración Propia



nado al avistamiento y observación de aves, otro orientado a la interpretación de insectos y anfibios, y un pabellón cultural enfocado en muestras y actividades del sector. Estas arquitecturas funcionan como espacios de congregación, aprendizaje y permanencia dentro del corredor.

Complementariamente, se incorporan torres mirador ubicadas estratégicamente para el avistamiento y la contemplación del paisaje, reforzando la experiencia paisajística sin imponerse sobre el territorio.





Figura 95: *Corte detalle torre mirador*
Elaboración Propia

Figura 96: *Perspectiva en planta torre mirador*
Elaboración Propia

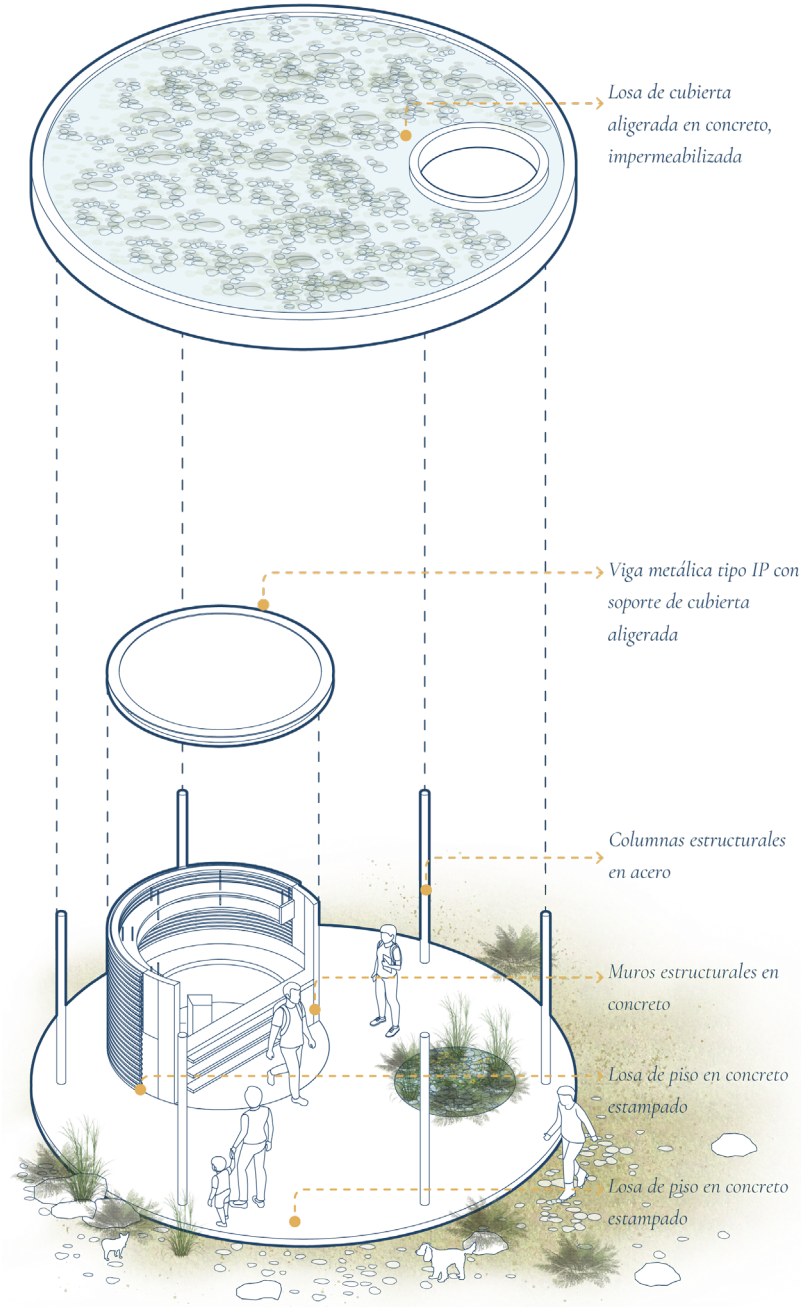
Figura 97: *Perspectiva torre mirador*
Elaboración Propia





Figura 98: Perspectiva canal secundario
Elaboración Propia

Isometría en despiece módulo de servicios



El módulo de servicios se plantea como una infraestructura discreta y funcional que apoya el uso del corredor verde. Integra servicios básicos necesarios, tales como puntos de información dentro del parque, puntos comerciales, módulos educativos, que sirven como extensiones de aulas o bibliotecas al barrio y el módulo de servicios de baño, para el mantenimiento, la permanencia y la apropiación del espacio público. Su diseño es sobrio y se adapta al paisaje sin generar impacto visual.

Figura 99: *Isometría despiece estructura módulo de servicios*
Elaboración Propia

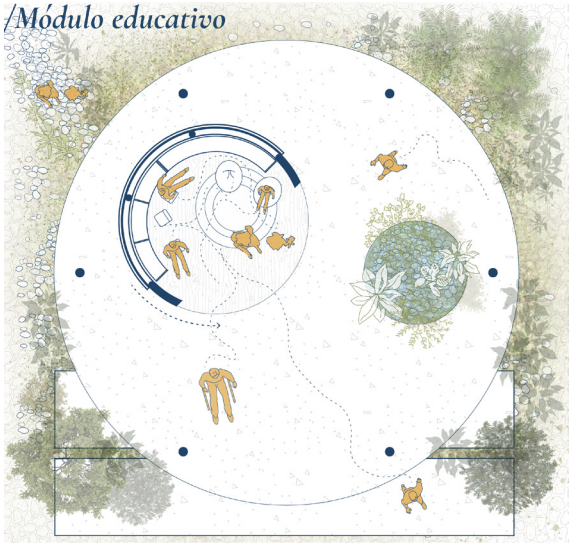
Figura 100: *Planta módulo educativo*
Elaboración Propia

Figura 101: *Planta módulo baños*
Elaboración Propia

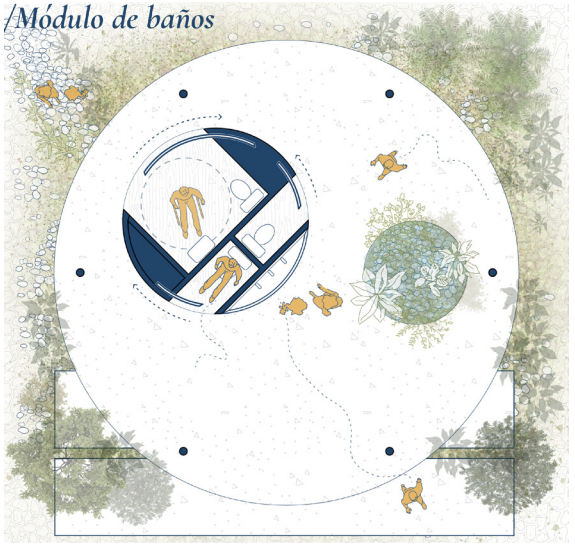
Figura 102: *Planta módulo comercial*
Elaboración Propia

Figura 103: *Planta módulo punto de información*
Elaboración Propia

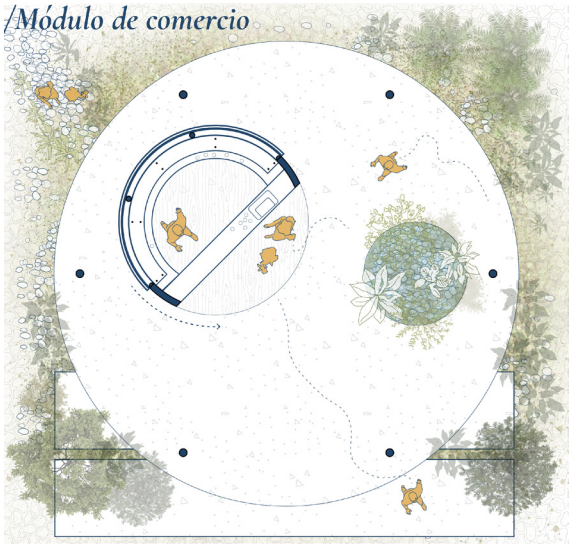
/Módulo educativo



/Módulo de baños



/Módulo de comercio



/Módulo de punto de información



*Le **paysage** est la **structure invisible** qui organise la ville.*
-Michel Desvigne

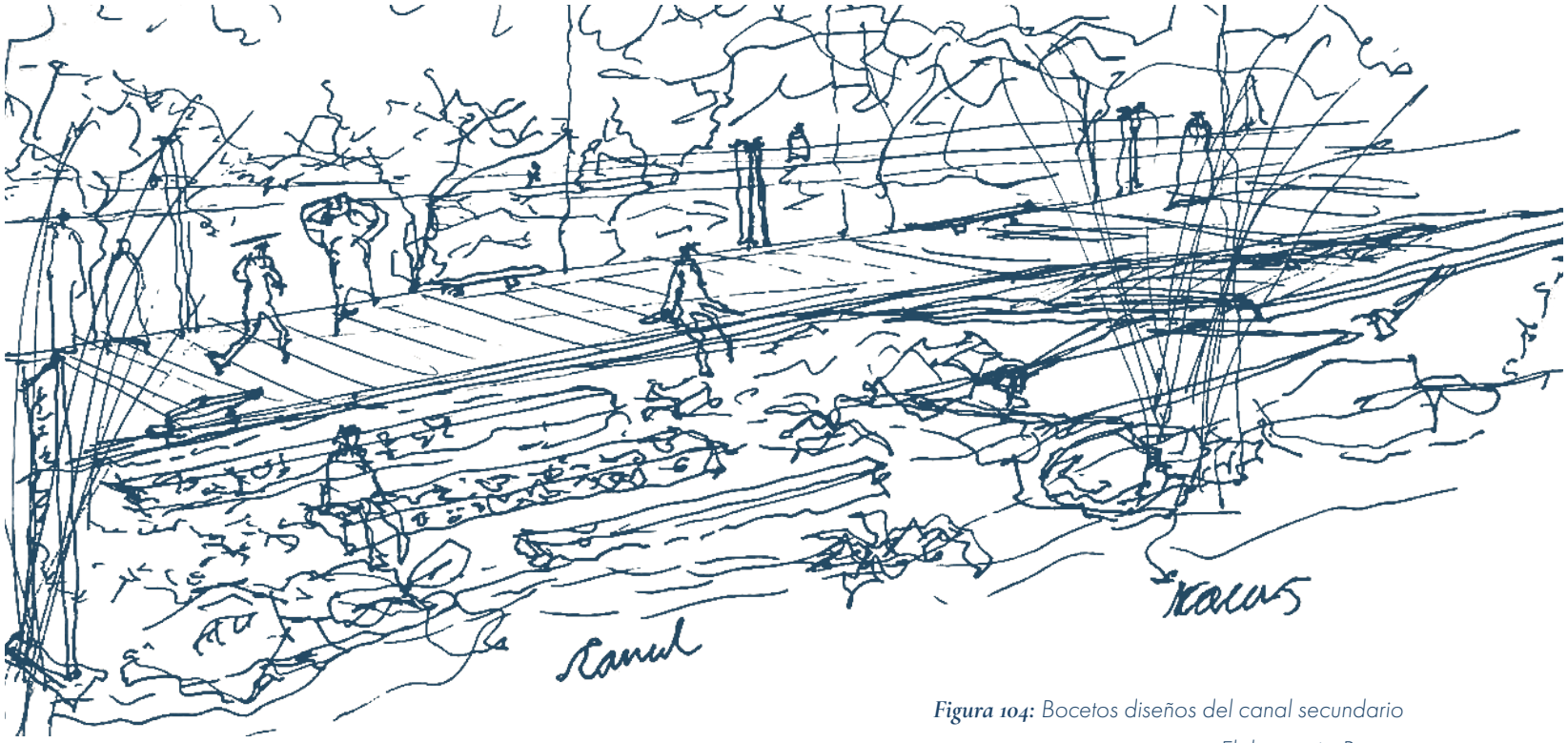


Figura 104: Bocetos diseños del canal secundario
Elaboración Propia

F Conclusiones

Capitulo 06 | Reflexiones

La ciudad desde el agua

El desarrollo de este proyecto permitió comprender que la relación entre la ciudad de Santiago de Cali y el agua es compleja y, en muchos sentidos, aún inconclusa. Cali se encuentra en un territorio profundamente hídrico, alimentado por las escorrentías provenientes de los Farallones y por las cuencas de los ríos que descienden hacia el valle. Sin embargo, su crecimiento urbano y las decisiones de planificación no siempre lograron interpretar plenamente el funcionamiento natural del territorio. Como resultado, gran parte de la infraestructura hídrica se desarrolló con el objetivo de conducir y evacuar el agua con rapidez, más que de integrarla a la dinámica urbana y ambiental.

En la vida cotidiana puede observarse una relación particular entre la ciudad y el agua. Existe un vínculo afectivo con los ríos del entorno natural, pero dentro del área urbana esta relación se debilita debido a la transformación de los ríos y a la presencia de una extensa red de canales pluviales percibidos principalmente como infraestructuras de drenaje. Así, Cali posee un paisaje profundamente hídrico que no siempre se refleja en la manera en que el espacio urbano se relaciona con el agua.

Durante las temporadas de lluvia, el agua deja de percibirse como parte del paisaje y se convierte en una amenaza que la ciudad intenta evitar o expulsar. Sin embargo, el análisis del territorio permite entender que las inundaciones no pueden interpretarse únicamente como fallas del sistema urbano. Cali recoge grandes volúmenes de escorrentía provenientes de las laderas y de las cuencas que atraviesan la ciudad, por lo que la presencia temporal del agua forma parte de su dinámica natural.

A pesar de esta condición, la ciudad cuenta

con numerosas zonas verdes y espacios abiertos que no siempre participan en la gestión del agua lluvia. Reconocer esta realidad abre la oportunidad de replantear la relación entre ciudad y agua, integrando espacios capaces de retener, infiltrar y gestionar este recurso. Cali puede avanzar hacia una ciudad más resiliente, más verde y, sobre todo, más azul, capaz de reconciliar su desarrollo urbano con el funcionamiento natural del territorio que la sostiene: una visión en la que el agua sea comprendida como un recurso, un paisaje y una oportunidad.



Imagen 50: *Canal Guaduales - Temporada Seca*
Fotografía Propia

Anexos Cartilla de Infraestructura verde

¡Construye tu propio Parque Amigo!

La cartilla de vinculación e intervención de infraestructuras verdes se plantea como una herramienta de apoyo proyectual destinada a orientar la implementación de estrategias para controlar y amortiguar las inundaciones a partir del entendimiento del territorio y del funcionamiento del sistema hídrico urbano. Este anexo no busca rehacer la ciudad, sino reconocerla como un sistema existente, sobre el cual es posible intervenir de manera consciente y progresiva.

El manual parte de la comprensión del comportamiento del agua, del suelo y del paisaje urbano, entendiendo que una gestión hídrica eficaz se construye mediante la articulación de múltiples infraestructuras verdes actuando de forma complementaria. Así, la ciudad y el paisaje se conciben como sistemas coexistentes, donde la infraestructura verde funciona como un elemento mediador entre lo natural y lo construido.

A través de la exposición de las distintas estrategias y posibilidades de diseño, el manual demuestra que es posible regular los flujos, reducir el impacto de las inundaciones y fortalecer el paisaje urbano sin recurrir a soluciones rígidas. De este modo, se presenta como una guía flexible y replicable para la construcción de una ciudad más resiliente, donde el agua se integra como parte activa del proyecto urbano.



Figura 105: *Cartilla de diseño*
Elaboración Propia


CARTILLA de diseño


Unidades de Paisaje - Descarga


Parques Amigos
Pausa del agua




Catálogo de Arquitecturas



1. Lafortezza, R., Chen, J., van den Bosch, C. K., & Randrup, T. B. (2018). Nature-based solutions for resilient landscapes and cities. Environmental Research, 165, 431–441. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.038
2. Liquete, C., Udias, A., Conte, G., Grizzetti, B., & Masi, F. (2016). Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control: Highlighting hidden benefits. Ecosystem Services, 22, 392–401. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.011
3. Nguyen, T. T., Ngo, H. H., Guo, W., Wang, X. C., Ren, N., Li, G., Ding, J., & Liang, H. (2019). Implementation of a specific urban water management – Sponge City. Science of the Total Environment, 652, 147–162. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.168
4. Wang, H., Mei, C., Liu, J., & Shao, W. (2017). A new strategy for integrated urban water management in China: Sponge city. Science China Technological Sciences, 61(3), 317–329. https://doi.org/10.1007/s11431-017-9184-1
5. Wang, J., Liu, J., Yang, Z., Mei, C., Wang, H., & Zhang, D. (2020). Green infrastructure optimization considering spatial functional zoning in urban stormwater management. Journal of Hydrology, 588, 125086. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125086
6. Wang, L., Cui, S., Li, Y., Huang, H., Manandhar, B., Nitivattananon, V., & Yang, Z. (2018). A review of the flood management: From flood control to flood resilience. Journal of Cleaner Production, 185, 831–842. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.021
7. Ellis, J. B. (2013). Sustainable surface water management and green infrastructure in UK urban catchment planning. Journal of Environmental Planning and Management, 56(1), 24–41. https://doi.org/10.1080/09640568.2011.648752
8. Hoang, L., & Fenner, R. (2016). System interactions of stormwater management using sustainable urban drainage systems and green infrastructure. Urban Water Journal, 13(7), 739–758. https://doi.org/10.1080/1573062X.2015.1036083
9. Jusić, S., Hadžić, E., & Milišić, H. (2019). Urban stormwater management – New technologies. En Lecture Notes in Networks and Systems (pp. 1059–1069). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18072-0_90
10. Laroche, V. (2019). Making urban stormwater management more sustainable. A case study of Tallinn, Estonia [Tesis].
11. Nagare, K. S., & Supekar, M. B. (2024). Effective storm water management in the urban area – A case study. International Journal of Scientific Research in Science, Engineering

Bibliografía

and Technology, 11(3), 113–121. https://doi.org/10.32628/ijsrset24113148

12. Shafique, M., Kim, R., & Kwon, K.-H. (2018). Green roof for stormwater management in a highly urbanized area: The case of Seoul, Korea. Sustainability, 10(3), 584. https://doi.org/10.3390/su10030584 Alcaldía de Santiago de Cali. (2008). Historia urbana y expansión de la ciudad de Cali. Departamento Administrativo de Planeación Municipal.

13. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). (2004). 50 años de gestión ambiental en el Valle del Cauca. CVC.

14. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). (2010). Los ríos urbanos de Cali: diagnóstico ambiental y lineamientos de intervención. CVC.

15. Sert, J. L., & Wiener, P. L. (1948). Plan Piloto para la ciudad de Cali. Oficina del Plan Piloto de Cali.

16. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca [CVC]. (s. f.). Desarrollo urbano y afectación de los ríos de Cali.

17. Vásquez, E. (s. f.). Ensayos sobre la historia del desarrollo urbano en Cali. Universidad del Valle.

18. Cantera Kintz, J. R. (2009). Caudal ambiental: Conceptos, experiencias y desafíos. Programa Editorial Universidad del Valle.

19. IDEAM. (s. f.). Climatología Aeronáutica — Datos de precipitación y temperatura para Cali (Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Figura 1: Árbol de problemas - Elaboración Propia
Figura 2: Ubicación Geográfica - Elaboración Propia
Figura 3: Metodología - Elaboración Propia
Figura 4: Ciclo del agua - Elaboración Propia
Figura 5: Mapa Fundación Santiago de Cali - Elaboración Propia
Figura 6: Mapa Ferrocarril del Pacífico - Elaboración Propia
Figura 7: Mapa Plan Piloto - Elaboración Propia
Figura 8: Mapa Plan Aguablanca - Elaboración Propia
Figura 9: Mapa sistema de Canales y Colectores - Elaboración Propia
Figura 10: Localización geográfica - Elaboración Propia
Figura 11: Cartografía de clima y precipitación - Fuente: Geovisor IDESC - Elaboración Propia
Figura 12: Calendario de precipitaciones - Elaboración Propia
Figura 13: Cartografía sistema de topografía - Fuente: Geovisor IDESC - Elaboración Propia
Figura 14: Cartografía sistema de hídrico - Fuente: Geovisor IDESC - Elaboración Propia
Figura 15: Funcionamiento de los acuíferos - Elaboración Propia
Figura 16: Tiempo de infiltración - Elaboración Propia
Figura 17: Cartografía sistema de drenaje - Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali - Elaboración Propia
Figura 18: Cartografía sistema de espacio público - Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali - Elaboración Propia
Figura 19: Indicadores de espacio público - Fuente: Observatorio de Espacio Público (OEP) - Elaboración Propia
Figura 20: Impacto y afectaciones por inundaciones - Fuente: Caligov - Elaboración Propia
Figura 21: Cartografía de inundaciones antes de 1950 - Fuente: EUG Editorial Universidad de Granada - Elaboración Propia
Figura 22: Cartografía de inundaciones de 1950 – 1962 - Fuente: EUG Editorial Universidad de Granada - Elaboración Propia
Figura 23: Cartografía de inundaciones de 1962 – 1986 - Fuente: EUG Editorial Universidad de Granada - Elaboración Propia
Figura 24: Cartografía de inundaciones de 1987 – 1998 - Fuente: EUG Editorial Universidad de Granada - Elaboración Propia
Figura 25: Cartografía de inundaciones de 1999 – 2008 - Fuente: EUG Editorial Universidad de Granada - Elaboración Propia
Figura 26: Cartografía de inundaciones de 2009 - 2018 -

Índice de Figuras

Fuente: EUG Editorial Universidad de Granada - Elaboración Propia
Figura 27: Cartografía de inundaciones superposición - Fuente: EUG Editorial Universidad de Granada - Elaboración Propia
Figura 28: Cartografía conclusión del territorio - Elaboración Propia
Figura 29: Composición de un Canal Pluvial - Elaboración Propia
Figura 30: Composición de un Colector pluvial - Elaboración Propia
Figura 31: Costo de mantenimiento y operación del drenaje - Elaboración Propia
Figura 32: Inundación por excedencia del canal - Elaboración Propia
Figura 33: Inundación por embotellamiento hidráulico - Elaboración Propia
Figura 34: Inundación por efecto corbatín - Elaboración Propia
Figura 35: Conclusión análisis del territorio - Elaboración Propia
Figura 36: Imagen idea del proyecto - Elaboración Propia
Figura 37: Lineamientos del proyecto - Elaboración Propia
Figura 38: Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) - Fuente: ONU
Figura 39: Funcionamiento de un Parque Amigo - Elaboración Propia
Figura 40: Tipologías de Parques Amigos – Actual - Elaboración Propia
Figura 41: Tipologías de Parques Amigos - Propuesta - Elaboración Propia
Figura 42: Funcionamiento de la microcuenca en los Parques Amigos - Elaboración Propia
Figura 43: Fitorremediación en los Parques Amigos - Elaboración Propia
Figura 44: Cartografía escorrentía superficiales en canales - Elaboración Propia
Figura 45: Área de aferencia en el sistema de drenaje - Elaboración Propia
Figura 46: Cartografía conexiones de parques amigos - Elaboración Propia
Figura 47: Cartografía área aferente Canal de la Autopista - Elaboración Propia
Figura 48: Cartografía área aferente en el sistema de drenaje - Elaboración Propia
Figura 49: Cartografía área aferente Canal secundario - Ela-

boración Propia
Figura 50: Funcionamiento de un Tanque de Tormenta - Elaboración Propia
Figura 51: Lotes de oportunidad para Tanques de Tormenta - Elaboración Propia
Figura 52: Tanque de Tormenta grande - Elaboración Propia
Figura 53: Tanque de Tormenta pequeño - Elaboración Propia
Figura 54: Gestión del agua en Tanques de Tormenta - Elaboración Propia
Figura 55: Cartografía escorrentía en Colectores - Elaboración Propia
Figura 56: Cartografía área aferente en el sistema de drenaje - Elaboración Propia
Figura 57: Cartografía conexiones con lotes de oportunidad - Elaboración Propia
Figura 58: Zonas hídricas - Elaboración Propia
Figura 59: Unidades hídricas - Elaboración Propia
Figura 60: Unidades de paisaje - Elaboración Propia
Figura 61: Cortes restauración ecológica - Elaboración Propia
Figura 62: Plantas restauración ecológica - Elaboración Propia
Figura 63: Renaturalización en canales – Transición - Elaboración Propia
Figura 64: Renaturalización en canales – Conducción - Elaboración Propia
Figura 65: Renaturalización en canales – Evacuación - Elaboración Propia
Figura 66: Criterios Matriz de intervención - Elaboración Propia
Figura 67: Calificación matriz de intervención - Elaboración Propia
Figura 68: Boceto intervención del canal - Elaboración Propia
Figura 69: Cortes gestión del agua en el Canal Secundario - Elaboración Propia
Figura 70: Mapas de diagnóstico Canal Secundario - Elaboración Propia
Figura 71: Mapas de propuesta Canal Secundario - Elaboración Propia
Figura 72: Parques amigos propuesta - Local y Barrial - Elaboración Propia
Figura 73: Perspectiva Parque Amigo Escala barrial - Elaboración Propia
Figura 74: Perspectiva texturas de pisos - Elaboración Propia
Figura 75: Isometrías detalle catálogo de texturas - Elaboración Propia
Figura 76: Isometrías catálogo de mobiliario - Elaboración Propia
Figura 77: Calendarios culturales Canal Secundario - Elaboración Propia
Figura 78: Lo esperado del proyecto - Elaboración Propia
Figura 79: Perspectiva acceso del parque - Elaboración Propia
Figura 80: Planta general del tramo - Elaboración Propia
Figura 81: Planta general húmeda - Elaboración Propia
Figura 82: Planta lupa zona deportiva y humedales - Elaboración Propia
Figura 83: Perspectiva de los humedales - Elaboración Propia
Figura 84: Planta de paisaje - Elaboración Propia
Figura 85: Unidades de paisaje - Elaboración Propia
Figura 86: Cortes generales - Elaboración Propia
Figura 87: Corte detalle canal - Elaboración Propia
Figura 88: Corte fugado canal y humedales - Elaboración

Propia
Figura 89: Isometría Pabellón de las aves - Elaboración Propia
Figura 90: Isometría Pabellón de los insectos - Elaboración Propia
Figura 91: Isometría Pabellón de las exposiciones - Elaboración Propia
Figura 92: Perspectiva Pabellón de los insectos y anfibios - Elaboración Propia
Figura 93: Perspectiva Pabellón de las aves - Elaboración Propia
Figura 94: Perspectiva Pabellón de las exposiciones - Elaboración Propia
Figura 95: Corte detalle torre mirador - Elaboración Propia
Figura 96: Perspectiva en planta torre mirador - Elaboración Propia
Figura 97: Perspectiva torre mirador - Elaboración Propia
Figura 98: Perspectiva canal secundario - Elaboración Propia
Figura 99: Isometría despiece estructura módulo de servicios - Elaboración Propia
Figura 100: Planta módulo educativo - Elaboración Propia
Figura 101: Planta módulo baños - Elaboración Propia
Figura 102: Planta módulo comercial - Elaboración Propia
Figura 103: Planta módulo punto de información - Elaboración Propia
Figura 104: Bocetos diseños del canal secundario - Elaboración Propia
Figura 105: Cartilla de diseño - Elaboración Propia

Imagen 1: Laguna de regulación Univalle - Fotografía Propia
Imagen 2: Paisajes naturales - Fotografía Propia
Imagen 3: Ecosistemas en el lago - Fotografía Propia
Imagen 4: Vegetación de montaña - Fotografía Propia
Imagen 5: Fauna en el lago - Fotografía Propia
Imagen 6: Paraguas - Fotografía Propia
Imagen 7: Canal de aguas lluvias calle 52 norte - Fotografía Propia
Imagen 8: Copas de árboles - Fotografía Propia
Imagen 9: Textura de árboles - Fotografía Propia
Imagen 10: Río Meléndez - Fotografía Propia
Imagen 11: Río Cali, cercano al Zoológico de Cali - Fotografía Propia
Imagen 12: Canal Santa Helena - Fotografía Propia
Imagen 13: Inundación Nororiente de Cali - Fuente: Noticiero 90 minutos
Imagen 14: Canal Guaduales - Fotografía Propia
Imagen 15: Cerros de la cruz en Cali, vista desde el Antiguo FES - Fotografía Propia
Imagen 16: Lluvia en el centro de la ciudad - Fotografía Propia
Imagen 17: Topografía y ciudad - Fotografía Propia
Imagen 18: Río Meléndez - Fotografía Propia
Imagen 19: Infiltración lenta1 - Fotografía Propia
Imagen 20: Infiltración lenta 2 - Fotografía Propia
Imagen 21: Canal Guaduales - Fotografía Propia
Imagen 22: Canal Carrera 50 - Fotografía Propia
Imagen 23: Paisajes urbanos - Fotografía Propia
Imagen 24: Inundaciones naturales Río Cauca - Fotografía Propia
Imagen 25: Contaminación en sumideros - Fuente: Revista Semana
Imagen 26: Inundación zona norte de Cali - Fuente: El País
Imagen 27: Inundaciones Nororiente de Cali - Fuente: Noticiero 90 minutos
Imagen 28: Canal Santa Elena - Fotografía Propia
Imagen 29: Parque Rachel de Queiroz - Fuente: Archdaily
Imagen 30: Parque Rachel de Queiroz - Fuente: Archdaily
Imagen 31: Parque Rachel de Queiroz - Fuente: Archdaily
Imagen 32: Tianjin Qiaoyuan Wetland Park - Fuente: Turenscape
Imagen 33: Tianjin Qiaoyuan Wetland Park - Fuente: Turenscape
Imagen 34: Tianjin Qiaoyuan Wetland Park - Fuente: Turenscape
Imagen 35: Concurso Paisajes del agua - Fuente: Archdaily

Índice de Fotografías

Imagen 36: Concurso Paisajes del agua - Fuente: Archdaily
Imagen 37: Concurso Paisajes del agua - Fuente: Archdaily
Imagen 38: Bulevar de Oriente - Fuente: EntreEstilos
Imagen 39: Bulevar de Oriente - Fuente: EntreEstilos
Imagen 40: Bulevar de Oriente - Fuente: EntreEstilos
Imagen 41: Plazoleta de las banderas - Fuente: Elmonoceja
Imagen 42: Plazoleta del CAM - Fotografía Propia
Imagen 43: Aves en el contexto urbano - Fotografía Propia
Imagen 44: Humedal - Fotografía Propia
Imagen 45: Espacios paisajísticos en CICR - Fotografía Propia
Imagen 46: Copa de árboles - Fotografía Propia
Imagen 47: Lago de Univalle - Fotografía Propia
Imagen 48: Paisaje - Fotografía Propia
Imagen 49: Texturas en árboles - Fotografía Propia


Universidad
del Valle
Facultad de Artes Integradas