

Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el  
**Río Caldera, Boquete.**

Universidad de Panamá  
Facultad de Arquitectura y Diseño  
Escuela de Arquitectura

Trabajo de Tesis para optar por el Título de  
**Licenciatura en Arquitectura**

**Profesor Asesor**  
Tatiana Sousa

**Elaborado por**  
Vanessa Ugas

*Panamá, 2026.*









Universidad de Panamá  
Facultad de Arquitectura y Diseño  
Escuela de Arquitectura

Trabajo de Tesis para optar por el Título de  
**Licenciatura en Arquitectura**

Vanessa Ugas  
2026

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*

## Jurado examinador

Tatiana Sousa (Asesor) \_\_\_\_\_

Profesora Nora Castillo \_\_\_\_\_

Profesor Félix Durán \_\_\_\_\_



## Dedicatoria y agradecimientos

*A Dios y a la vida, por permitirme descubrir mi pasión dentro de la Arquitectura y por poner en mi camino a personas que han sido fuente de conocimiento, inspiración y guía a lo largo de esta etapa.*

*A mi familia, amigos y compañeros, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y por creer siempre en mí durante todo este proceso.*

*A mis profesores, quienes, con sus enseñanzas y experiencias, aportaron valiosos conocimientos que llevaré conmigo a lo largo de mi desarrollo profesional.*

*A todos los profesionales que, con disposición y generosidad, nunca dudaron en compartir su opinión, enseñarme y orientarme ante cada interrogante que surgió durante la elaboración de este proyecto.*

*Finalmente, a todas las personas que me acompañaron a lo largo de mis años de estudio y durante el desarrollo de esta investigación, contribuyendo de una u otra forma a que este logro fuera posible.*

## Resumen

*La comunidad de Boquete ha enfrentado históricamente inundaciones asociadas al río Caldera y sus quebradas, evidenciando la necesidad de estrategias más integrales para la gestión del riesgo. Ante las limitaciones de las soluciones estructurales tradicionales y la creciente desconexión entre la población y el río, esta investigación propone una intervención basada en infraestructura verde y azul. A través del diseño del paisaje, se plantea un sistema que integra la gestión hídrica, la restauración ecológica y la creación de espacios públicos, transformando áreas vulnerables en oportunidades para fortalecer la resiliencia ambiental y la relación entre la comunidad y su entorno natural.*

## Abstract

*The community of Boquete has historically faced flooding events associated with the Caldera River and its tributaries, highlighting the need for more comprehensive flood management strategies. Given the limitations of traditional structural solutions and the growing disconnection between the community and the river, this research proposes a landscape-based intervention through the implementation of green and blue infrastructure. By integrating water management, ecological restoration, and public open spaces, the proposal seeks to transform vulnerable areas into opportunities that strengthen environmental resilience and reconnect the community with its natural surroundings.*

# Contenido

## Sección A. Observación + identificación + análisis

### Capítulo I. Marco General

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Planteamiento del problema                       | 25 |
| Justificación                                    | 32 |
| Objetivos del proyecto                           | 36 |
| Alcances de la tesis                             | 37 |
| Metodología                                      | 38 |
| Plan maestro: definición                         | 42 |
| Marco Jurídico                                   | 44 |
| Bases legales. Contexto nacional e internacional | 44 |
| Los ríos como generadores de espacio público     | 48 |
| Impactos de valor desde la presencia de un río   | 50 |

### Capítulo II. Marco teórico y conceptual.

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Ecología del paisaje                                          | 53 |
| Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)                     | 57 |
| Referencias internacionales                                   | 58 |
| River Restoration Center                                      |    |
| [1930] Río Támesis, Reino Unido                               |    |
| [2012-2016] Río Waal, Países Bajos, <i>Room for the River</i> |    |
| [2008] Parque del Agua, Ebro, Zaragoza, España.               |    |
| Glosario                                                      | 66 |
| Conceptos claves                                              | 70 |
| Naturaleza como sistema                                       | 71 |
| Naturaleza como proceso                                       | 71 |
| Paisaje                                                       | 72 |
| Paisaje fluvial                                               |    |
| Cuenca                                                        |    |
| Río                                                           |    |
| Restauración fluvial                                          |    |



### Capítulo III. Análisis de sitio

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| Caracterización del sitio de intervención. Boquete           | 93  |
| Aspectos geográficos                                         |     |
| Contexto histórico                                           |     |
| Consolidación de comunidades                                 |     |
| Componentes de su entorno territorial, ecológico y ambiental |     |
| Dimensiones sociales, económicas y demográficas              |     |
| Configuración urbana                                         |     |
| Características y elementos de la subcuenca                  |     |
| El río Caldera                                               | 111 |
| Morfología del cauce                                         |     |
| Evolución del cauce                                          |     |
| Intervenciones en el río                                     |     |
| Registro de eventos                                          |     |
| Análisis de la zona de confluencia                           |     |
| Análisis FODA                                                |     |

### Sección B. Del concepto a la propuesta: transformación

### Capítulo IV. La intervención: el río Caldera como oportunidad

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| Concepto, estrategias y criterio   | 132 |
| Plan maestro                       | 142 |
| Ampliaciones de fases del proyecto | 164 |
| Sección transversal                | 178 |
| Vistas                             | 186 |
| Niveles de sistemas vegetales      | 198 |
| Materialidad                       | 204 |
| Presupuesto                        | 208 |
| Costos directos                    |     |
| Costos indirectos                  |     |
| Conclusiones                       | 214 |
| Recomendaciones                    | 215 |
| Referencias                        | 216 |
| Anexos                             | 220 |

## Ilustraciones

|                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Ilustración 01.</b> Fotografía de Paseo del Río, actual sendero peatonal ubicado en los márgenes del río Caldera.                                                                                                     | 23 |
| <b>Ilustración 02.</b> Ubicación de la provincia de Chiriquí.                                                                                                                                                            | 25 |
| <b>Ilustración 03.</b> Mapa de ubicación de la subcuenca del río Caldera dentro de la cuenca 108.                                                                                                                        | 26 |
| <b>Ilustración 04.</b> Afectaciones por las inundaciones causadas por las fuertes precipitaciones de 1969 y 1970 en Boquete.                                                                                             | 27 |
| <b>Ilustración 05.</b> Desbordamiento de quebradas en el evento de octubre del 2025 afectando gran parte del centro de Bajo Boquete (cabecera) e impactando locales comerciales y rutas de comunicación. Autoría propia. | 28 |
| <b>Ilustración 06.</b> Sendero en el Parque Biblioteca, paralelo al río Caldera.                                                                                                                                         | 28 |
| <b>Ilustración 07.</b> Trabajos realizados en 2024 por el Ministerio de Obras Públicas, en la intersección del río Caldera y el río Pianista.                                                                            | 29 |
| <b>Ilustración 08.</b> Collage elaborado a partir de una recopilación de imágenes de inundaciones en Boquete, desde 1970 hasta la actualidad.                                                                            | 31 |
| <b>Ilustración 09.</b> Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas como principales retos a afrontar para el año 2030.                                                | 33 |
| <b>Ilustración 10.</b> Ejemplos explicativos de aplicación del artículo 23 de la Ley 1 del 3 de febrero de 1994 para implementación en la propuesta como distancias mínimas a respetar.                                  | 45 |
| <b>Ilustración 11.</b> Resumen de las leyes vigentes vinculantes con el tipo de proyecto. Elaboración propia.                                                                                                            | 47 |
| <b>Ilustración 12.</b> Fotografía del sendero dentro del Parque La Biblioteca en Bajo Boquete, relacionando sus espacios con la presencia del Río Caldera.                                                               | 48 |
| <b>Ilustración 13.</b> Fotografía de la intervención <i>Room for the River</i> en el río Waal.                                                                                                                           | 50 |
| <b>Ilustración 14.</b> Diagrama de los cinco impactos que generan la presencia de los ríos a partir de sus distintos servicios ecosistémicos                                                                             | 51 |
| <b>Ilustración 15.</b> Glosario de los tres conceptos fundamentales que interactúan entre sí para conformar la teoría de la <i>Ecología del Paisaje</i> .                                                                | 53 |
| <b>Ilustración 16.</b> Multidisciplinariedad dentro de la ecología del paisaje.                                                                                                                                          | 54 |
| <b>Ilustración 17.</b> Ejemplificación del método de análisis propuesto por McHarg en su escrito <i>Design With Nature</i> , capítulo <i>A Step Forward</i> , página 36.                                                 | 55 |
| <b>Ilustración 18.</b> Diagrama de estudio a través de capas según el escrito de Ian McHarg.                                                                                                                             | 56 |
| <b>Ilustración 19.</b> Intervención en el río Houghton Brook a través de reservorios y plantación de bosques fluviales.                                                                                                  | 61 |
| <b>Ilustración 20.</b> Vista aérea de la intervención de Houghton Brook.                                                                                                                                                 | 61 |
| <b>Ilustración 21.</b> Sección ilustrativa de la intervención en el río Waal, extraída del libro <i>River. Space. Design</i> .                                                                                           | 62 |

|                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Ilustración 22.</b> Transformación de Veur-Lent Island tras la implementación de la estrategia <i>Room for the River</i> .                                                                                      | 63 |
| <b>Ilustración 22.1.</b> Espacio generado en la zona norte, paralelo al nuevo cauce Spiegelwaal.                                                                                                                   | 63 |
| <b>Ilustración 23.</b> Plano generado para la propuesta de Intervención del río Waal.                                                                                                                              | 63 |
| <b>Ilustración 24.</b> Sección ilustrativa de la intervención de Parque del Agua, extraída del libro <i>River. Space. Design</i> .                                                                                 | 64 |
| <b>Ilustración 25.</b> Vista aérea del meandro de Ranillas.                                                                                                                                                        | 65 |
| <b>Ilustración 26.</b> Imagen aérea de la zona más próxima al río Ebro, donde se aprecian el dique y el trazado del sendero que conecta distintos puntos con lagos o piscinas de agua altamente purificada.        | 65 |
| <b>Ilustración 27.</b> Plano maestro de la propuesta del Parque del Agua en Zaragoza                                                                                                                               | 65 |
| <b>Ilustración 28.</b> Relación de conceptos claves en la investigación y sus dependencias. Elaboración propia.                                                                                                    | 70 |
| <b>Ilustración 29.</b> Funciones del paisaje fluvial que evidencian su valor ecológico y los beneficios que aporta a diferentes escalas.                                                                           | 73 |
| <b>Ilustración 30.</b> Ecosistemas presentes dentro de un paisaje fluvial.                                                                                                                                         | 74 |
| <b>Ilustración 31.</b> Mapa de zonas de Vida en el territorio panameño.                                                                                                                                            | 75 |
| <b>Ilustración 32.</b> Servicios de provisión.                                                                                                                                                                     | 76 |
| <b>Ilustración 33.</b> Servicio de regulación de los manglares en el control del oleaje en islas de la provincia de Colón. Autoría propia.                                                                         | 76 |
| <b>Ilustración 33.1.</b> Servicio cultural a través del turismo en el sendero de Los Quetzales. Autoría propia.                                                                                                    | 77 |
| <b>Ilustración 34.</b> Servicio de soporte a partir de la precipitación y el ciclo del agua. Autoría propia.                                                                                                       | 77 |
| <b>Ilustración 35.</b> Diagrama de los tres cursos que se desarrollan a lo largo del río, desde su nacimiento en el curso superior hasta su desembocadura en el curso inferior.                                    | 83 |
| <b>Ilustración 36.</b> Diagrama de la clasificación de los ríos según etapa y temporalidad. Elaboración propia.                                                                                                    | 84 |
| <b>Ilustración 37.</b> Diagrama de las diferentes formas en que puede manifestarse un río según las condiciones topográficas del entorno y el comportamiento de los sedimentos en su interior. Elaboración propia. | 85 |
| <b>Ilustración 38.</b> Diagrama del comportamiento de la erosión por flujo.                                                                                                                                        | 86 |
| <b>Ilustración 39.</b> Diagrama del comportamiento de la erosión por falla de masas.                                                                                                                               | 86 |
| <b>Ilustración 40.</b> Diagrama de la morfología de un río.                                                                                                                                                        | 87 |
| <b>Ilustración 41.</b> Tipos de vegetación que se desarrollan tanto dentro como en los márgenes de un cuerpo de agua.                                                                                              | 88 |
| <b>Ilustración 42.</b> Vegetación asociada al cuerpo de agua y su entorno inmediato a lo largo del Sendero Los Quetzales, Boquete. Autoría propia.                                                                 | 89 |



|                                                                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Ilustración 43.</b> Paisaje fluvial generado por el río Caldera en el centro de Boquete.Fuente propia.                                                                                   | 90  |
| <b>Ilustración 44.</b> Parte degradada de la quebrada Bajo Grande, la cual desemboca en el río Caldera y atraviesa los terrenos del Parque La Biblioteca.                                   | 91  |
| <b>Ilustración 45.</b> Diagrama comparativo de la condición degradada y restaurada de un cuerpo de agua.                                                                                    | 92  |
| <b>Ilustración 46.</b> Collage ilustrativo de los elementos más importantes y reconocidos dentro de la comunidad de Boquete.                                                                | 95  |
| <b>Ilustración 47.</b> Diagramas de localización geográfica del distrito de Boquete. Elaboración propia.                                                                                    | 96  |
| Sin escala                                                                                                                                                                                  | 96  |
| <b>Ilustración 48.</b> Mapa del distrito de Boquete, sus comunidades y los límites con provincias del norte y otros distritos de Chiriquí al sur. Elaboración propia                        | 97  |
| <b>Ilustración 49.</b> Exposición de productos durante la Feria del Café y Las Flores.Fuente: Boquete, su fundación y desarrollo 1911–1975 (1975), Imprenta Central, David, Chiriquí.       | 98  |
| <b>Ilustración 50.</b> Imagen de la avenida Central de Boquete en 1944.Fuente: Boquete: su fundación y desarrollo 1911–1975 (1975), Imprenta Central, David, Chiriquí.                      | 98  |
| <b>Ilustración 51.</b> Monumento de las comunidades de Boquete en el Parque Domingo Mélica en el centro de Bajo Boquete. Elaboración propia.                                                | 99  |
| <b>Ilustración 52.</b> Corregimientos de Boquete y sus características.                                                                                                                     | 100 |
| <b>Ilustración 53.</b> Fotografía del punto más alto del sendero Los Quetzales.                                                                                                             | 101 |
| Se observa la condición climática y boscosa de la zona de mayor altitud.                                                                                                                    | 101 |
| <b>Ilustración 54.</b> Fotografía de una finca cafetera en las zonas altas de Boquete.                                                                                                      | 106 |
| <b>Ilustración 55.</b> Fotografía de la Policlínica Dr. Ernesto Pérez Balladares, ubicada en el centro de Bajo Boquete. Fuente: Caja del Seguro Social.                                     | 106 |
| <b>Ilustración 56.</b> Fotografía del Colegio Pío XII ubicado en la avenida Central en Bajo Boquete colindante a su vez con la Parroquia San Juan Bautista.                                 | 106 |
| <b>Ilustración 57.</b> Imagen aérea extraída desde Google Earth del corregimiento de Bajo Boquete, mismo que presenta mayor desarrollo vial y población.                                    | 107 |
| <b>Ilustración 58.</b> Mapa del área central de Bajo Boquete donde se observa el recorrido del río Caldera y en forma paralela, la avenida Central que conecta las comunidades del distrito | 108 |
| Sin escala                                                                                                                                                                                  | 108 |
| <b>Ilustración 59.</b> Diagrama de característica de la subcuenca. Elaboración propia.                                                                                                      | 109 |
| <b>Ilustración 60.</b> Fotografía del río Caldera cercano al terreno de la Feria del Café y Las Flores.                                                                                     | 111 |
| <b>Ilustración 61.</b> Avenida Central de Boquete 1944.                                                                                                                                     | 112 |
| Fuente:(Editorial David, 1975)                                                                                                                                                              | 112 |
| <b>Ilustración 62.</b> Exposición de productos, Feria de Las Flores y Café.                                                                                                                 | 112 |
| Fuente: (Editorial David, 1975)                                                                                                                                                             | 112 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Ilustración 63.</b> Bocatoma para desvío de caudal, hidroeléctrica La Estrella. _____                                                                                                                                                                                                                                                      | 112 |
| Autoría propia. _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 112 |
| <b>Ilustración 64.</b> Afectaciones en hotel Ladera y Puente Panamonte, 2008. _____                                                                                                                                                                                                                                                           | 113 |
| Fuente: Lloyd I. Cripe _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 113 |
| <b>Ilustración 65.</b> Intersección entre río Caldera y Pianista sometido a constantes dragados y construcción de muros de contención. _____                                                                                                                                                                                                  | 113 |
| Autoría propia. _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 113 |
| <b>Ilustración 66.</b> Trabajos de dragados _____                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 113 |
| del río Caldera. _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 113 |
| Fuente: Ministerio de Obras Públicas. _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 113 |
| <b>Ilustración 67.</b> Mapa de identificación de puntos de mayor afectación, a partir de la cronología de eventos, evidenciando en el centro de Bajo Boquete la principal zona crítica, donde se concentran la mayoría de sus comunidades. Elaboración propia. _____                                                                          | 114 |
| <b>Ilustración 68.</b> Trabajos de dragado y construcción de muros de contención en un tramo del río Caldera, en la confluencia con el río Pianista. En los laterales se observa el proceso constructivo de los muros de roca, así como el desgaste y alteración del propio lecho fluvial ocasionado por las intervenciones realizadas. _____ | 116 |
| <b>Ilustración 69.</b> Mapa de huella de inundación y vulnerabilidad. Elaboración propia _____                                                                                                                                                                                                                                                | 119 |
| Sin escala _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 120 |
| <b>Ilustración 70.</b> Mapa de zona de confluencia. _____                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 121 |
| <b>Ilustración 71.</b> Diagramas de las condiciones fisiográficas de la zona de estudio. Identificando la relación entre el entorno, la topografía, el relieve y las pendientes, así como su influencia en la escorrentía y el flujo del agua sobre el terreno. Elaboración propia. _____                                                     | 122 |
| <b>Ilustración 72.</b> Diagramas de valores sociales, urbanos y ecológicos. Comprendiendo la condición boscosa de la zona y el comportamiento del desarrollo urbano en las áreas aledañas a la zona de intervención. Elaboración propia. _____                                                                                                | 124 |
| <b>Ilustración 73.</b> Diagrama de recorrido solar, temperaturas y vientos en la zona de estudio. _____                                                                                                                                                                                                                                       | 126 |
| <b>Ilustración 74.</b> Diagrama de radiación solar en la zona de estudio. _____                                                                                                                                                                                                                                                               | 126 |
| <b>Ilustración 75.</b> Fotografía de la condición actual de la zona de confluencia. En esta se muestra el encuentro de los dos cauces, las áreas inundables identificadas en el análisis, el muro de contención y la deposición de los sedimentos en los márgenes del río. Autoría propia. _____                                              | 126 |
| <b>Ilustración 76.</b> Análisis FODA basado en los hallazgos del análisis del sitio para el área de intervención, identificando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas asociadas a las condiciones del sitio. _____                                                                                                            | 128 |
| <b>Ilustración 77.</b> Bosquejo inicial de la propuesta de parque inundable en la zona de confluencia, mostrando el manejo de niveles, senderos conectores y espacios de recreación y estar. Elaboración propia. _____                                                                                                                        | 134 |
| <b>Ilustración 78.</b> Vista desde el sendero elevado de Parque del encuentro con los muros de terracería en la zona derecha, los miradores y pabellón educativo y de interpretación. _____                                                                                                                                                   | 137 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Ilustración 79.</b> Vista aérea de la condición actual del sitio. Sin escala. _____                                                                                                                                                                                                  | 138 |
| <b>Ilustración 80.</b> Vista aérea con la integración de la propuesta. Sin escala. _____                                                                                                                                                                                                | 139 |
| <b>Ilustración 81.</b> Diagrama conceptual de las áreas de contemplación, miradores y plataformas de aproximación. _____                                                                                                                                                                | 148 |
| <b>Ilustración 82.</b> Ampliación de zona de estacionamiento de zona frontal del parque. _____                                                                                                                                                                                          | 174 |
| <b>Ilustración 83.</b> Sección transversal del río y el parque mostrando el manejo de la topografía a través de terrazas, la filtración de los jardines y el nexo con los espacios de uso público como pabellones. _____                                                                | 179 |
| <b>Ilustración 84.</b> Sección conceptual de lineamientos para estructura permanentes como pabellones y centro de visitantes. _____                                                                                                                                                     | 181 |
| <b>Ilustración 85.</b> Observatorios elevados sobre el río Caldera, las pozas de remanso y los jardines de lluvia. Se observan la señalización educativa, la plataforma de PRFV soportada con estructura de metal y pedestal de concreto y la baranda con acabado bronce/cobrizo. _____ | 190 |
| <b>Ilustración 86.</b> Plataforma elevada con aperturas hacia zonas de estar. La Memoria al Volcán es un espacio con mobiliario escultórico en concreto con agregado de basalto, que evoca la formación geológica del sitio y refuerza su identidad paisajística. _____                 | 191 |
| <b>Ilustración 87.</b> Espacio de observación e interpretación junto con el jardín polinizador que contiene refugios polinizadores y se une a la función del pabellón educativo. _____                                                                                                  | 192 |
| <b>Ilustración 88.</b> Acceso a la zona pasiva del parque donde se identifican las zonas para yoga y el pabellón educativo. _____                                                                                                                                                       | 193 |
| <b>Ilustración 89.</b> Acceso desde la avenida Buenos Aires al pabellón principal o centro de visitantes del Parque del encuentro. Se observa el mobiliario, luminarias y artefactos urbanos como basureros y las especies a utilizar. _____                                            | 194 |
| <b>Ilustración 90.</b> En la zona de resguardo, principalmente zona activa, se comparten activaciones de mercados locales, el centro de visitantes y el área destinada a los juegos de niños y hamacas de descanso. _____                                                               | 195 |
| <b>Ilustración 91.</b> Vista del camino multimodal sin zona de estacionamientos, principal acceso a las zonas del parque desde la avenida Buenos Aires. _____                                                                                                                           | 196 |
| <b>Ilustración 92.</b> Vista del camino multimodal con zonas de estacionamientos, principal acceso a las zonas del parque desde la Avenida Buenos Aires. _____                                                                                                                          | 197 |
| <b>Ilustración 93.</b> Diagrama de jerarquía vegetal a utilizar _____                                                                                                                                                                                                                   | 198 |
| <b>Ilustración 94.</b> Diagrama de selección de árboles según su función en el proyecto. _____                                                                                                                                                                                          | 200 |
| <b>Ilustración 95.</b> Geología expuesta en la comunidad de Los Naranjos, Boquete. Autoría propia. _____                                                                                                                                                                                | 204 |
| <b>Ilustración 96.</b> Textura de basalto, piedra de origen volcánico. _____                                                                                                                                                                                                            | 204 |
| <b>Ilustración 97.</b> Paleta de materiales a ser empleada en el proyecto. _____                                                                                                                                                                                                        | 205 |
| <b>Ilustración 98.</b> Vista de la banca a ser utilizada en el proyecto con materiales aplicados. _____                                                                                                                                                                                 | 206 |
| <b>Ilustración 99.</b> Vista del camino secundario con el pavimento propuesto. _____                                                                                                                                                                                                    | 207 |
| <b>Ilustración 100.</b> Vista y composición de los senderos elevados con materialidad y elementos de señalización. _____                                                                                                                                                                | 207 |

**Ilustración 101.** Cuadro de presupuesto para la Fase 01 del proyecto, incluyendo costos directos e indirectos. \_\_\_\_\_

209

**Ilustración 102.** Cuadro de presupuesto para la Fase 02 del proyecto, costos directos parte A. \_\_\_\_\_

210

**Ilustración 103.** Cuadro de presupuesto para la Fase 02 del proyecto, costos directos parte B. \_\_\_\_\_

211

**Ilustración 104.** Cuadro de presupuesto para la Fase 02 del proyecto, costos indirectos. \_\_\_\_\_

212



## Tablas

**Tabla 01.** Tabla de actividades enfocadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible específicamente en la provincia de Chiriquí.

**Tabla 02.** Cuadro de identificación de problemáticas en la zona de estudio y su interrelación con los ODS implicados. Elaboración propia.

**Tabla 03.** Cuadro de las tipologías de Espacios Públicos Abiertos propuestos en el Plan Metropolitano de 2015.

**Tabla 04.** Actividades o modificaciones que afectan los cauces de manera permanente, pero que no se mantienen estables en el tiempo ni frente a los efectos dinámicos del río.

**Tabla 05.** Significado del término paisaje en distintos idiomas

**Tabla 06.** Clasificación de cuencas según el porcentaje de pendiente y condición de terreno.

**Tabla 07.** Cuadro elaborado a partir de la publicación web "Los bosques de Panamá por zonas de Vida."

**Tabla 08.** Datos demográficos del distrito de Boquete.

**Tabla 09.** Datos resultantes de la recopilación de niveles de precipitación.

**Tabla 10.** Parámetros de desarrollo de la normativa de Turismo Natural (TN1) establecidos en las Normas Especiales para la Ciudad Jardín de la Región Interoceánica.

## Gráficos

Gráfico 01. Crecimiento poblacional del distrito de Boquete hasta 2023.

Gráfico 02. Población según el género en Boquete hasta el año 2023.

Gráfico 03. Distribución etaria en Boquete según el censo 2023.

## Anexos

- 01. Rejilla fabricada en polímero reforzado con fibra de vidrio (PRFV; *Fiberglass Reinforced Polymer, FRP*).
- 02. Mobiliario de *Picnic*.
- 03. Transporte de emergencia y monitoreo interno.
- 04. *Alluvial Decoder*, en Raleigh, Carolina del Norte, *A Gang of Three*.

## Abreviaturas

|               |                                                                                |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SbN</b>    | Soluciones basadas en la naturaleza                                            |
| <b>EPA</b>    | Espacio público abierto                                                        |
| <b>DwN</b>    | <i>Design with nature</i> (Diseñar con la naturaleza) }                        |
| <b>IP</b>     | Intervención paisajista                                                        |
| <b>PI</b>     | Parque Inundable                                                               |
| <b>ECP</b>    | Ecología del paisaje                                                           |
| <b>EP</b>     | Espacio público                                                                |
| <b>CH</b>     | Cuenca hidrográfica                                                            |
| <b>NPS</b>    | <i>National Park Service</i>                                                   |
| <b>UNESCO</b> | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura |
| <b>IMHPA</b>  | Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá                               |
| <b>INEC</b>   | Instituto Nacional de Estadística y Censo                                      |
| <b>OMS</b>    | Organización Mundial de la Salud                                               |
| <b>GA</b>     | Gestión Ambiental                                                              |
| <b>DU</b>     | Desarrollo urbano                                                              |
| <b>OT</b>     | Ordenamiento territorial                                                       |
| <b>ODS</b>    | Objetivos de Desarrollo Sostenible                                             |
| <b>AP</b>     | Área protegida                                                                 |
| <b>RE</b>     | Restauración ecológica                                                         |
| <b>IN</b>     | Infraestructura natural                                                        |
| <b>IV</b>     | Infraestructura verde                                                          |
| <b>IA</b>     | Infraestructura azul                                                           |
| <b>IH</b>     | Infraestructura híbrida                                                        |
| <b>RR</b>     | <i>Room for the River</i>                                                      |
| <b>TLS</b>    | <i>Thames Landscape Strategy</i>                                               |
| <b>LTFRMS</b> | <i>Lower Thames Flood Risk Management Strategy</i>                             |
| <b>PL-MET</b> | Plan Metropolitano                                                             |
| <b>PLOT</b>   | Plan Local de Ordenamiento Territorial                                         |
| <b>PRFV</b>   | Rejilla fabricada en polímero reforzado con fibra de vidrio                    |



## Introducción

Durante los últimos 87 años, el distrito de Boquete ha sido vulnerable a eventos de inundación que han ocasionado importantes pérdidas materiales, ambientales y sociales para sus comunidades. Frente a esta situación, se han implementado diversas medidas de mitigación, como la canalización del cauce, el dragado y la construcción de muros de contención. Sin embargo, estas intervenciones han demostrado ser insuficientes para responder a la magnitud de estos fenómenos, como quedó evidenciado durante el evento de octubre de 2025. Además, han contribuido a rigidizar los márgenes del río, reduciendo la interacción entre la población y el cuerpo de agua y generando una progresiva desconexión entre el paisaje fluvial y su entorno urbano.

Considerando la relevancia de esta problemática y que las inundaciones constituyen uno de los desastres más recurrentes a nivel mundial según registros de los últimos 50 años (ONU-Hábitat, 2021), la presente investigación propone una intervención desde el diseño del paisaje mediante la implementación de infraestructura verde como estrategia de retención, buscando fortalecer la resiliencia del territorio y recuperar la relación entre el río y la comunidad.

El estudio se organiza en dos secciones, integradas por cuatro capítulos. La **Sección A: Observación+Análisis+Identificación** comprende los tres primeros capítulos. El **Capítulo I**, Marco general, contextualiza la problemática, justifica la importancia de la intervención y define los objetivos, alcances y metodología de la investigación. Asimismo, presenta la normativa aplicable al proyecto y analiza la relación entre el espacio público y los ríos como elementos fundamentales en la configuración urbana. El **Capítulo II** desarrolla el Marco Teórico, abordando los principios de la Ecología del Paisaje y las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), que sustentan la propuesta, además de identificar los conceptos clave y caracterizar el paisaje objeto de estudio. Finalmente, el **Capítulo III** corresponde al análisis del sitio, desarrollado desde la escala distrital hasta el área específica de intervención, permitiendo comprender las condiciones ambientales, territoriales y sociales que fundamentan la propuesta.

La **Sección B: Del concepto a la propuesta: transformación**, en el **Capítulo IV**, desarrolla el diseño del proyecto, presentando el plan maestro como instrumento de ordenamiento del área de intervención a partir del diagnóstico realizado en el análisis de sitio. En esta sección se integran la red de infraestructura verde y los espacios abiertos de uso público, estableciendo su funcionamiento como un sistema articulado y definiendo las estrategias, criterios y lineamientos que orientan la intervención a escala territorial, así como las guías conceptuales para el diseño de sus principales componentes.



**Ilustración 01.** Fotografía de Paseo del Río, actual sendero peatonal ubicado en los márgenes del río Caldera. Fuente propia.





## **Sección A. Observación, análisis e identificación**

### **Capítulo I. Marco General**

## Planteamiento del problema



**Ilustración 02.** Ubicación de la provincia de Chiriquí.

Al noroeste del territorio panameño con una extensión de 6,584 km<sup>2</sup> y una población de 471,071 habitantes. Sus límites colindan al norte con la provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe-Buglé, al este con la provincia de Veraguas, al oeste con Costa Rica y al sur con el océano Pacífico. Elaboración propia

La provincia de Chiriquí se ubica en el extremo suroccidental del istmo, como se muestra en la ilustración 02, y cuenta con una superficie de 6,584 km<sup>2</sup> (Martínez Rivera, 2008) donde 489.8 km<sup>2</sup> al norte de la provincia pertenecen al distrito de **Boquete** según el Instituto de Estadística y Censo (2023).

Esta provincia cuenta con una de las mayores extensiones de suelos arables del país (Ministerio de Ambiente, 2010), convirtiéndola en una de las zonas más productivas con el 52.6% de explotaciones registradas según la Contraloría General de la República en el VII Censo Nacional Agropecuario 2024. En su parte más alta sus tierras son de origen volcánico, coluvial y sedimentario siendo parte de la cordillera central.

Debido a sus alturas, zonas como Cerro Punta, Volcán y Boquete mantienen una precipitación constante durante nueve meses (Martínez Rivera, 2008) misma que, también la comunidad conoce como “bajareque”.

Panamá, a nivel global, puede reconocerse por su carácter netamente hídrico donde el agua es un elemento fundamental para el desarrollo socioeconómico y ambiental del país. (Ministerio de Ambiente de Panamá, UNOPS, ICAT & Fundación Natura., 2022). En Chiriquí, se concentra una de las mayores reservas de recursos hídricos del país (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo 2016), destacándose la cuenca hidrológica del río Chiriquí (108) del pacífico, la cual abarca aproximadamente el 90 % del territorio de la provincia.

En la cuenca 108 del río Chiriquí, es posible identificar la subcuenca del **Río Caldera** desarrollada de forma alargada como se observa en la ilustración 03. Su punto más bajo va desde 235 msnm en la confluencia con el Río Chiriquí hasta 3,320 msnm en la cima del Volcán Barú (González Guadalupe, 2008) con una longitud aproximada de 51.42 kilómetros (Solís Bolaños, 1995) caracterizada por una susceptibilidad alta-moderada ante el riesgo de inundación y deslizamiento (Ministerio de Gobierno, 2022). Esta vulnerabilidad se ha evidenciado en los 99 eventos registrados desde 1938 y durante los años 2016 y 2021 donde 368 casas y 1,605 usuarios se vieron afectados (Ministerio de Economía y Finanzas, 2022).

**Ilustración 03.** Mapa de ubicación de la subcuenca del río Caldera dentro de la cuenca 108.

Esta última se delimita en la zona central de la provincia, abarcando gran parte de su territorio con una extensión de 1,925.17 km<sup>2</sup>, mientras que la subcuenca del río Caldera se desarrolla en el sector norte correspondiente al curso superior de la cuenca del río Chiriquí, según lo establecido en la Resolución N.º 0241 del 17 de mayo de 2021. Elaboración propia.



*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*



El cuerpo de agua atraviesa las comunidades de Bajo Boquete, cabecera del Distrito y Los Naranjos donde los residentes se enfocan en actividades agrícolas y turísticas (Elvira, 2014) acompañadas de los beneficios que ofrece el río como fuente de abastecimiento y riego, generación de energía hidroeléctrica, recreación y turismo. (Solís Bolaños, 1995).

Sin embargo, dicha cuenca está sometida a factores físicos como su geología, geomorfología, climatología, edafología e hidrografía que elevan su complejidad y la exponen a multi-amenazas como deslizamientos e inundaciones (Espinosa-Vega et. al., 2017).

Desde 1938, el río Caldera ha sido constantemente el protagonista de grandes inundaciones y deslizamientos en sus laderas provocando pérdidas en viviendas, infraestructuras, cultivos y hasta en vidas humanas (Elvira, 2014).

Durante la inundación de 1970, como se muestran en la ilustración 04, ocurrida entre el 9 de abril hasta el 11 del mismo mes, se registró la desaparición de 120 casas de familias que residían a orillas del río, 2 personas resultaron desaparecidas y 500 fueron damnificados (Solís Bolaños, 1995). Mientras que, para el año 2008, otra de las mayores inundaciones, dejó 4 muertos, 3,910 damnificados, 782 viviendas afectadas y una pérdida de 15

millones de balboas. Dicho suceso afectó los terrenos donde se desarrolla la famosa Feria de las Flores y el Café resultando en una pérdida de 250 mil balboas de inversión. (Espinosa Vega, 2016).



**Ilustración 04.** Afectaciones por las inundaciones causadas por las fuertes precipitaciones de 1969 y 1970 en Boquete.  
Fuente: Boquete; su fundación y desarrollo 1911–1975 (1975), Imprenta Central, David, Chiriquí.

Está problemática no solo se debe a las condiciones físicas, características y naturaleza del cauce como su origen volcánico, pendientes abruptas, y suelos afectados por la actividad agrícola no controlada, sino también al desarrollo e intervención humana desordenada y a la falta de planificación y monitoreo que han afectado el flujo y crecimiento del río, su capacidad de filtración y manejo de sedimentos (Solís Bolaños, 1995).

Para el mes de octubre de 2025, las constantes lluvias que se originaban desde temprano en las montañas y alcanzaban el centro de Boquete al mediodía provocaron, el domingo 5, múltiples afectaciones (Ilustración 05).

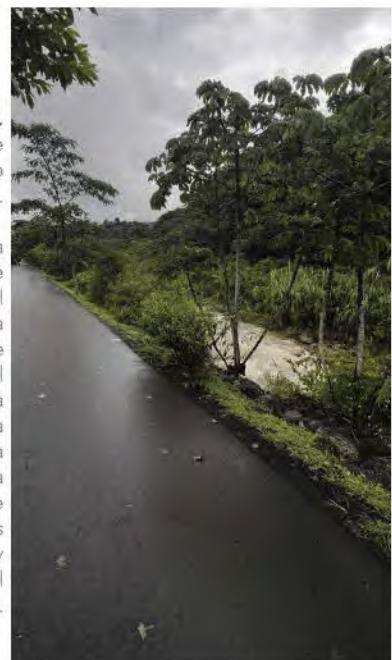
Según el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), se registraron 40 deslizamientos en el territorio de Boquete, grandes inundaciones que impactaron locales comerciales en el centro de Bajo Boquete, además, de 12 viviendas y 76 personas afectadas evidenciando que, a pesar de los trabajos y estrategias iniciados desde el 2024, no han sido suficientes para mitigar estos eventos (Ilustración 06).



**Ilustración 05.** Desbordamiento de quebradas en el evento de octubre del 2025 afectando gran parte del centro de Bajo Boquete (cabecera) e impactando locales comerciales y rutas de comunicación. Autoría propia.

**Ilustración 06.** Sendero en el Parque Biblioteca, paralelo al río Caldera.

Con una diferencia de altura considerable respecto al cauce; se observa pavimento impermeable y la coloración del agua debido a la alta carga sedimentaria tras días de lluvia. Esta condición evidencia la desconexión entre el centro, los espacios públicos y la comunidad con el río. Autoría propia.





Entre las estrategias más utilizadas en la zona para mitigar estos efectos predominan las soluciones de carácter ingenieril, basadas en estructuras permanentes como diques, muros de contención, dragados y la construcción de puentes para la conexión entre sectores. Un ejemplo de ello se observa en el sendero del Parque Biblioteca de Boquete (Ilustración 07), donde el recorrido paralelo al río presenta una diferencia de nivel superior a los dos metros respecto al cauce, lo que genera una pérdida de conexión entre el espacio público y el cuerpo de agua.

**Ilustración 07.** Trabajos realizados en 2024 por el Ministerio de Obras Públicas, en la intersección del río Caldera y el río Pianista.

Incluyeron labores de dragado cuyo material fue reutilizado para construir y reforzar las estructuras de contención de los ríos incrementando la distancia física y el contacto directo con los cuerpos de agua. Fuente: Ministerio de Obras Públicas.



*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*



*"Que el río no tenía en sus riberas las austeras e inexpresivas murallas que, como camisa de fuerza, le construyeron últimamente, con sus propias piedras"*

(Markela Rojer de Ballesteros, 2011)

Unidades del SINAPROC, primeros en responder ante eventos naturales y de riesgo para la comunidad.



**PRACTICA**

**BO**

a veces r  
y p  
los á  
y tu fu

(Markela

Erosión de orillas de la quebrada Bajo Grande en tramo dentro de Parque La Biblioteca

Después en, el año de 1969,, las continuas lluvias ocasionaron el desbordamiento de la Quebrada Horqueta, que de manera sorpresiva creció fuertemente arrasando con parte de varias fincas y una vivienda propiedad del señor Vidal Miranda, ocasionándoles la muerte a 4 personas y daños materiales por miles de balboas.

Después en enero del año 1970, el Río Caldera de manera inesperada creció arrasando con parte de fincas de pequeños agricultores y



Río Caldera el 5 de octubre de 2025 tras lluvias.

Socavación en tramo de quebrada Bajo Grande en la parte posterior de Plaza Los Senderos en el Centro de Boquete.



**Ilustración 08.** Collage elaborado a partir de una recopilación de imágenes de inundaciones en Boquete, desde 1970 hasta la actualidad.

Se evidencian los principales daños y el impacto de estos eventos en el área. Incluye además fragmentos del poemario de Markela, quien en el centenario del distrito dedicó textos inspirados en sus experiencias, vivencias e historias en Boquete. Elaboración propia.

**S QUE HAN COMENZADO AL DESARROLLO Y QUE  
TAMBIEN HAN COMENZADO ALGUNAS  
DESGRACIAS COMO LAS EN BOQUETE**

**Boquete**

luz fuerte entre los sauces  
basas desgarrando tu ladera  
árboles quitaron de tu cauce  
ría desbordada, Río Caldera

Rojer de Ballesteros (2011)

Inundaciones de 1969  
dejando afectadas  
viviendas.

Impresionante vistas que nos muestran las enfurecidas aguas del Río Caldera cuando ya se habían salido de su cauce y comenzaron a destruir las residencias que estaban ubicadas en la parte sur de la Avenida Buenos Aires. En estas dos gráficas se observan las crecidas aguas cuando comenzaron a llevarse las casas de la señora Silvia de Urriola, la residencia de la familia Ferrari y de la familia Echeverría, tanto las residencias como la calle y todas las propiedades en ese sector fueron arrasadas en su totalidad por las devastadoras inundaciones y el río cambió su curso quedando ahora por el sector donde estaban estas residencias.

Estragos en calles de Boquete. Inundación del 2008.

Locales comerciales afectados en el centro de Boquete el 5 de octubre de 2025 tras constantes lluvias.

## Justificación

Según ONU-Hábitat, los desastres asociados a fenómenos relacionados con el agua han predominado durante los últimos 50 años. Entre ellos, las inundaciones constituyen el tipo de desastre más frecuente y, entre 1970 y 2019, ocasionaron aproximadamente 58,700 víctimas (ONU-Hábitat, 2021).

Este fenómeno junto con los deslizamientos se ha convertido en un tema de **relevancia social** al ser un riesgo directo para la vida, la salud humana y los ecosistemas (Organización de las Naciones Unidas), además de generar pérdidas económicas y agudizar la pobreza (Zilbert, 2023) tal como sucedió en el año 1970 y 2008 con las inundaciones y deslizamientos del río Caldera con más de 2,200 damnificados (Espinosa Vega, 2016) (Solís Bolaños, 1995).

Del mismo modo, se ha registrado que en los últimos 50 años la mitad de los daños humanos y económicos han sido causados por acciones del clima y el agua como los principales actores (ONU-Hábitat, 2021).

En este escenario, durante mucho tiempo, se ha desconocido el potencial de las estrategias de arquitectura del paisaje en el campo del manejo de inundaciones y efectos de los ríos. Estas ofrecen un acercamiento

que va más allá de integrar soluciones de ingeniería e inicia por comprender el territorio, sus condiciones y responde a él a través de principios ecológicos, resilientes permitiendo la coexistencia de sociedades humanas y ecosistemas naturales (Latif Far, 2024).

En el año 2015, Panamá, mediante el Decreto Ejecutivo N.º 393, adoptó los Objetivos de Desarrollo Sostenible como país miembro de la Organización de las Naciones Unidas, comprometiéndose a integrarlos en la agenda nacional con el fin de garantizar el bienestar social y ambiental.

No obstante, muchos de estos objetivos no se ven potenciados ni parecen ser implementados en muchas actividades.

Por ejemplo, según la organización, Panamá para el año 2025 contaba con 127 actividades claves para trabajar en pro de estos objetivos y aunque la mayoría responde a necesidades de salud, educación y bienestar social, existen otra minoría que son enfocados en el desarrollo, planificación urbana y recursos naturales del territorio (ver Tabla 01).



| Localidad   | Actividades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01 Chiriquí | <p>Las instituciones gubernamentales y los municipios han mejorado los marcos institucionales y jurídicos y la capacidad para responder al cambio climático y asegurar la <b>resiliencia a las vulnerabilidades y emergencias ambientales</b>.</p> <p>Incrementar las capacidades de los gobiernos locales (alcaldías) para el diseño e implementación de <b>estrategias de desarrollo urbano basadas en la naturaleza</b>, asegurando una <b>resiliencia urbana al cambio climático</b>.</p> <p>Se han mejorado las capacidades nacionales para elaborar <b>soluciones basadas en la naturaleza</b> y mecanismos de adaptación al cambio climático que generen medios de vida sostenibles.</p> <p>Los actores locales, los gobiernos municipales y nacional, con la participación del sector privado, desarrollan estrategias para el uso sostenido y <b>conservación de los recursos naturales, terrestres y acuáticos</b> y <b>gestionan de manera participativa e integral las cuencas</b>.</p> <p>Fortalecimiento de capacidades institucionales y locales en torno a la <b>generación de datos e información climática</b> para mejorar la <b>planificación de adaptación en el corto y largo plazo</b>.</p> |

**Tabla 01.** Actividades enfocadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible específicamente en la provincia de Chiriquí. Estas actividades que iniciaron como compromisos. Actualmente, ya cuentan con bases y lineamientos propuestos por el Ministerio de Ambiente como el *Manual de Soluciones Basadas en la Naturaleza* (SbN) publicado en el año 2025 Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Elaboración propia.

**Ilustración 09.** Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas como principales retos a afrontar para el año 2030.



La Tabla 01, muestra ejemplos de las estrategias y actividades que se desarrollaron a nivel nacional para el 2025, específicamente en Chiriquí donde de 53 actividades planteadas de las 127, 5 (9%) pueden relacionarse a objetivos ambientales y territoriales como: ciudades y comunidades sostenibles, acción por el clima, vida de ecosistemas terrestres, alianza para lograr objetivos. Para este mismo año y como parte de los compromisos establecidos en la Tabla 01, el Ministerio de Ambiente hace público el *Manual de Soluciones Basadas en la Naturaleza* donde establece variedad de enfoques frente a los tipos de problemáticas y cómo abordarlos.



Es así como la intervención propuesta en el área de Boquete, propensa a inundaciones, buscará materializar el compromiso por implementar estas estrategias de SnB en áreas vulnerables además de contribuir directamente a los ODS de acción por el clima, ciudades y comunidades sostenibles, vida de ecosistemas terrestres, salud y bienestar tal como los sostiene el manual propuesto por el Ministerio de Ambiente.

En este contexto, y como evidencia de lo anteriormente expuesto, la evaluación del sitio de estudio con base en los Objetivos de Desarrollo Sostenible vinculados a la propuesta revela la persistencia de problemáticas que requieren la implementación de estrategias específicas y más contundentes para su reducción efectiva.

Como se muestra en la Tabla 02, se identifican aspectos críticos relacionados con la infraestructura, la salud y el bienestar, el estado de los recursos naturales, así como el estado de cauces naturales, la calidad y disponibilidad del agua. Estos elementos se encuentran interrelacionados y vinculados a uno o más objetivos de la agenda, lo que evidencia la necesidad de un enfoque integral que permita abordar dichas problemáticas desde múltiples perspectivas y alcanzar un mayor equilibrio.

Dicho esto, es posible decir que, como medidas de prevención y mitigación ante los efectos del río, no es factible abordarlas desde una perspectiva únicamente estáticas donde las obras civiles sean de las primeras alternativas, ya que, se trabaja directamente con un cuerpo que no es estático, sino que está en continuo movimiento y, por ende, a lo largo del tiempo es cambiante (Gil, 2019).

Mismos cambios que se pueden predecir y monitorear por medio de análisis de riesgos de inundaciones y efectos que causan los ríos que por años han impulsado la inversión en obras estructurales, no obstante, existen alternativas “no estructurales”, que junto a las primeras pueden ayudar a las comunidades a mitigar las problemáticas y ser resilientes ante ellas.

En las primeras medidas, se puede mencionar la construcción de represas, diques, barreras o muros de construcción; mientras que, en las segundas se destaca el diseño urbano, planes de riesgo de inundación, planificación y uso de suelo (Martínez, 2021).

| Objetivos                                             | Estado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>03 Salud y bienestar</div>                       | <p>Los cambios en el uso del suelo para actividades agrícolas y ganaderas en las áreas cercanas al río Caldera han reducido la cobertura boscosa natural, disminuyendo la capacidad de infiltración del suelo y dificultando el manejo del agua durante lluvias intensas (Autoridad de Turismo de Panamá, Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, 2024).</p>     |
| <div>06 Agua limpia y saneamiento</div>               | <p>El crecimiento urbano desordenado ha ocasionado su <b>colapso</b>, particularmente en los <b>sistemas de drenaje</b> (Autoridad de Turismo de Panamá, 2020).</p>                                                                                                                                                                                                         |
| <div>09 Industria, innovación e infraestructura</div> | <p>Se ha constatado un <b>deterioro en la calidad del agua de ríos principales</b>, como el Caldera, debido al uso de agroquímicos y al vertimiento de aguas residuales de origen doméstico, industrial y comercial, en incumplimiento de la normativa DGNTI-COPANIT-35-2019 (Autoridad de Turismo de Panamá, Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, 2024).</p> |
| <div>11 Ciudades y comunidades sostenibles</div>      | <p>La zona de estudio <b>carece de una gestión integral de residuos sólidos</b>, así como de espacios adecuados para su almacenamiento, manejo y tratamiento (Autoridad de Turismo de Panamá, 2020).</p>                                                                                                                                                                    |
| <div>12 Producción y consumo responsable</div>        | <p>Los residentes han sido víctimas recurrentes de desastres naturales, especialmente de <b>inundaciones provocadas por quebradas y ríos</b>, lo que ha resultado en la pérdida de viviendas, afectaciones económicas a comercios del centro de Boquete y daños a la infraestructura. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2022).</p>                                        |
| <div>13 Acción por el clima</div>                     | <p>Boquete presenta un <b>índice menor de disponibilidad hídrica</b>. Esta situación se ve agravada por la pérdida de bosques y la deforestación. (Autoridad de Turismo de Panamá, Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, 2024).</p>                                                                                                                            |
| <div>15 Vida de ecosistemas terrestres</div>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <div>17 Alianza para lograr objetivos</div>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Tabla 02. Cuadro de identificación de problemáticas en la zona de estudio y su interrelación con los ODS implicados. Elaboración propia.

## Objetivos

### Objetivo general

**Elaboración** de un **plan maestro** compuesto por una red de infraestructura verde, integrada por Espacios de Uso Público, que fortalezcan las funciones ecológicas a lo largo del río Caldera en Boquete, mediante estrategias basadas en la naturaleza para mitigar los riesgos de inundaciones.

### Objetivos específicos

**Identificar**, a partir del análisis de sitio, las zonas y espacios con mayor vulnerabilidad ante inundaciones para implementar elementos tales como jardines de lluvia, humedales, reservorios, terracerías que permitan el control de escorrentía y erosión, el manejo de sedimentos y la filtración del agua.

**Incorporar** en las zonas identificadas espacios multifuncionales y resilientes, como el diseño de parques inundables, que permitan mitigar inundaciones y, simultáneamente, mantener su uso recreativo y fortalecer la interacción social y la conexión con el río.

**Desarrollar** un plan maestro que articule la red de infraestructura verde con espacios multifuncionales, funcionando como proyecto piloto para futuras intervenciones en otros tramos de ríos y quebradas con condiciones similares.



## Alcances

**Generar y recolectar** información geográfica a partir de la utilización del *software* ARCGIS para comprender el comportamiento y los fenómenos que atraviesa el río en la zona crítica, considerando aspectos de origen natural como topografía, cobertura boscosa, hidrografía, huella inundable; y antrópicos como lo es el desarrollo urbano, infraestructura y equipamientos de la zona empleando el método de análisis por superposición de capas propuesto por Ian McHarg, *Diseñar con la Naturaleza*.

**Definir** la función, configuración y usos de los espacios vulnerables identificados, tanto de riesgo como de oportunidad, con el fin de consolidar e integrar una red coherente de Espacios Abiertos de Uso Público, multifuncionales y resilientes, articulada mediante parques inundables, senderos, ciclovías, humedales, huertos urbanos, y miradores.

**Establecer**, mediante la elaboración del plan maestro para la zona crítica, estrategias, criterios y lineamientos basados en *Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)* para la integración de infraestructura verde y espacios públicos multifuncionales que respondan a los riesgos asociados a inundaciones y puedan replicarse en contextos similares. El plan incorpora, además, guías conceptuales para el diseño de jardines, pabellones, plazas y miradores, concebidas como intervenciones de bajo impacto e integradas a la identidad del sitio.

## Metodología

La Arquitectura del Paisaje es una disciplina que integra ciencia, arte e ingeniería en un ejercicio colaborativo. Por ello, el proyecto se desarrolló mediante una metodología mixta, que incorpora datos cuantitativos y cualitativos tanto en la fase de investigación como en el análisis y la materialización del concepto, sustentado en las teorías estudiadas.

A partir de este enfoque, el proceso se organizó en dos secciones: la Sección A, destinada a la observación, el análisis y la identificación de oportunidades para el desarrollo de la propuesta; y la Sección B, donde se desarrolla la propuesta como resultado de la aplicación de las teorías, normativas, conceptos clave y hallazgos obtenidos del análisis de sitio.

### Sección A. Observación + análisis + identificación

Esta sección reúne los antecedentes y las bases teóricas que sustentan tanto la propuesta como el proceso metodológico que condujo a ella, compuesto por los siguientes pasos:

**01. Observación e identificación:** se recopiló de primera mano la información relacionada con los escenarios de inundación del río Caldera en el distrito de Boquete, lo que permitió evidenciar, con datos cuantitativos, las pérdidas generadas, el número de víctimas y el tiempo durante el cual esta problemática ha representado una amenaza para las comunidades, así como las estrategias implementadas ante estos eventos y su efectividad frente a ocurrencias posteriores.

**02. Bases legales:** para sustentar la propuesta y ampliar los hallazgos del análisis, se identificaron las normativas y lineamientos aplicables a proyectos de intervención en zonas fluviales, incluyendo los márgenes a respetar y las condiciones que deben cumplir las orillas y llanuras de inundación.

**03. Teorías:** como respaldo conceptual de la propuesta, se seleccionaron dos teorías. La primera, la ecología del paisaje de Ian McHarg, estableció los parámetros para el análisis de sitio mediante la superposición de aspectos físicos, ambientales y ecológicos. La segunda, las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), aportó las estrategias de diseño al comprender los procesos naturales e integrar espacios que se complementan con ellos. Como evidencia aplicada de estas teorías, particularmente de las SbN, se seleccionaron tres proyectos internacionales de referencia que sirvieron de apoyo para una propuesta de similar naturaleza, permitiendo ampliar el abanico de estrategias y formas de respuesta a la problemática.

A partir de las teorías y los referentes, se definieron los conceptos clave que permitieron comprender los aspectos más específicos del proyecto, tales como los elementos que lo componen, el tipo de paisaje y el ecosistema involucrado.

**04. Análisis de sitio:** como parte fundamental de esta sección, el análisis de sitio buscó comprender el área de estudio a escala distrital, considerando aspectos geográficos, sociales, culturales, demográficos y ambientales. En este punto se desarrolló una línea cronológica de eventos que permitió generar un mapa de las zonas históricamente más afectadas, denominadas zonas críticas.



A partir de esta identificación, y con datos recopilados del IMHPA, se elaboró un mapa de dicha zona que permitió hacer visibles las huellas de inundación a partir del caudal máximo en el que el río genera mayores desbordes.

La superposición de estas manchas de inundación con mapas topográficos, de huella de construcción y de vialidad permitió identificar las zonas de mayor vulnerabilidad ante esta amenaza. Como resultado, se identificó una zona de confluencia entre el río Caldera y el río Pianista, cuya mancha de inundación afecta tres terrenos, los cuales fueron seleccionados como área de intervención.

El área de intervención fue analizada a mayor escala y detalle, considerando pendientes, vegetación existente, flujo de agua, uso de suelo actual y condiciones climáticas, lo que permitió elaborar un análisis FODA a partir de los hallazgos obtenidos.

Esta fase permitió delimitar las zonas de mayor vulnerabilidad y sustentar los objetivos y alcances del proyecto.

## Sección B. Del concepto a la propuesta: transformación

El apartado correspondiente a la propuesta contiene las estrategias de diseño empleadas para la formulación del plan maestro, así como los criterios definidos para elementos específicos como mobiliario urbano, artefactos urbanos y guías conceptuales para los pabellones y edificaciones propuestas.

Como primer punto, se definieron las dos **estrategias** que, en conjunto, dan forma al sistema propuesto:

**01** La primera plantea un ecosistema de amortiguación en la zona de confluencia, mediante la ramificación del río en canales de menor tamaño y profundidad, lo que permite generar bosques de retención que alivian la carga de agua y sedimentos en dicha zona. Esta estrategia tomó como referencia el proyecto *Room for the River*, en el río Waal.

**02** La segunda estrategia plantea un parque inundable compuesto por áreas inundables y áreas de resguardo: las primeras concentran la mayor parte de la infraestructura verde, como pozas y jardines de lluvia, que retienen y filtran el agua proveniente del desbordamiento del río, mientras que las segundas ofrecen espacios abiertos de uso público que permanecen seguros en épocas de lluvia y albergan elementos más permanentes, como mobiliario, pabellones, artefactos urbanos y luminarias. La diversidad de jardines y el manejo del flujo de agua se definieron tomando como referencia las estrategias empleadas en el *Parque del Agua, río Ebro, España*.

De este modo, se plantean las dos estrategias de manera complementaria que responden al análisis y antecedentes desarrollado en la Sección A : la primera busca aliviar las condiciones de inundación para que la segunda no se vea gravemente afectada, permitiendo así generar mayores espacios abiertos de uso público sin dejar de responder a los procesos naturales del sistema.

## Plan maestro: definición

Para la elaboración del plan maestro, este se definió como un instrumento de ordenamiento territorial orientado a la planificación y al diseño estratégico de ciudades o espacios específicos. Generalmente, se representa mediante una imagen objetivo que guía el desarrollo del territorio, definiendo la tipología de los proyectos que lo integran, así como las etapas de gestión, implementación y monitoreo. Asimismo, permite establecer aspectos relacionados con la movilidad, la morfología urbana y las características generales de las edificaciones (Pérez, 2014).

En este caso, la propuesta del plan maestro se estructura a partir de un plano base o imagen objetivo, resultado del análisis del sitio. En él se delimitan las áreas inundables, donde se concentra la mayor parte de las estrategias de infraestructura verde, especificando los tipos de intervenciones propuestos, así como las áreas de resguardo, donde se localizan los espacios públicos multifuncionales, las edificaciones conceptuales y las relaciones funcionales entre sus componentes.

La propuesta prioriza el funcionamiento integral del sistema a una escala territorial, definiendo aspectos como la accesibilidad, la movilidad, la jerarquía de recorridos, la asignación de usos, así como criterios generales para caminos, muros, barandas y demás elementos del espacio público. En el caso de las edificaciones, el plan maestro no desarrolla proyectos arquitectónicos, sino que establece lineamientos y guías conceptuales de diseño, incluyendo criterios de implantación, materialidad, dimensiones generales y acabados acordes con la identidad del sitio.

De esta manera, el resultado comprende la intervención de forma integral, priorizando la relación y el funcionamiento conjunto de todos los componentes del proyecto.



## Marco jurídico

Como parte del proceso de elaboración del Plan Maestro: *Diseño del paisaje como sistema de retención. Estrategias de infraestructura verde para el río Caldera, Boquete*, se recopiló la normativa, legislación y documentación técnica aplicable a la tipología del proyecto. Para ello, se consideraron tanto los lineamientos específicos relacionados con la gestión de áreas naturales, cuencas hidrográficas y ríos, como aquellos orientados al ordenamiento territorial. Asimismo, se incorporaron las disposiciones que establecen criterios y definiciones para los espacios abiertos de uso público, permitiendo identificar sus características, dimensiones y usos.

Estas bases legales constituyen el marco de referencia para el planteamiento de la propuesta y la elaboración del plan maestro, garantizando que las estrategias, criterios de diseño e intervenciones planteadas se desarrollen en concordancia con la normativa vigente.

## Bases legales

### Contexto nacional e internacional

En la **Legislación Forestal** de Panamá, creada mediante la **Ley 1 del 3 de febrero de 1994**, se establecen lineamientos específicos para la intervención en zonas o elementos naturales, tales como ríos, cuencas y bosques, los cuales se presentan en la Ilustración 10. Asimismo, se definen las medidas y los límites que deben respetarse durante las intervenciones.

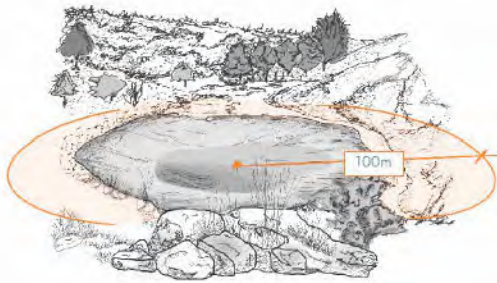
En ella, las principales acciones y objetivos relacionados al proyecto se resumen en:

- 01 Prevenir y controlar** la erosión de los suelos
- 02 Proteger y manejar** las cuencas hidrográficas, ordenar las vertientes, restaurar las laderas de las montañas, conservar los terrenos forestales y estabilizar los suelos.
- 03 Fomentar** el establecimiento de bosques comunales.
- 04 Inventariar, estudiar e investigar** los recursos forestales y sus productos.

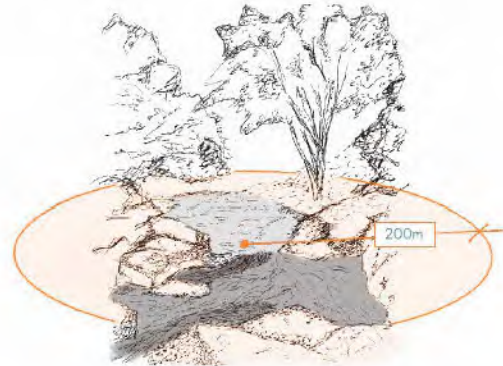
Este artículo, también enfatiza la importancia de proteger los bosques ubicados en las orillas de los cuerpos de agua, los cuales no deben ser talados en ninguna circunstancia, ya que, constituyen una parte fundamental del proceso y ciclo natural de estos ecosistemas.

En otro aspecto, el artículo 50 permite el establecimiento de cercas vivas, cortinas rompevientos y pequeños bosques en áreas dedicadas a cultivos o pastizales, lo cual puede resultar beneficioso tanto para la conservación de los ríos como para la continuidad de las actividades económicas del sector primario en el área de intervención.

Esta ley será fundamental para el desarrollo y diseño del proyecto, ya que, establece lineamientos claros para la intervención en bosques y ríos, permitiendo delimitar áreas y considerar aspectos como la erosión, la vegetación y la disponibilidad de recursos. Asimismo, dado que la intervención aborda no solo la dimensión humana sino también, la natural y ecológica, se sustenta en un marco normativo que respalda la protección de la vida silvestre, la diversidad biológica y los derechos de la naturaleza



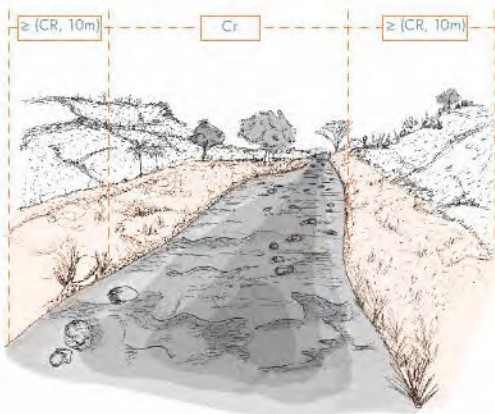
01. Ojos de aguas o manantiales nacidos en terrenos planos.



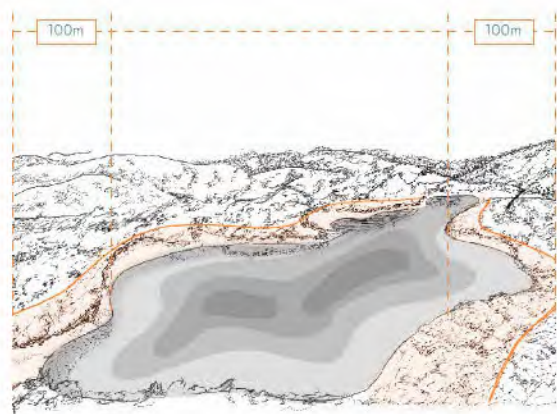
01. Ojos de aguas o manantiales nacidos en cerros



Queda prohibido dañar o destruir  
vegetación ya sean árboles o  
arbustos.



02. Ríos o quebradas: se considerará el ancho de cauce de río (Cr) para establecer franjas laterales a proteger, las cuales no serán menores a 10m.



02. Lagos y embalses naturales: se considerará la distancia desde su ribera

**Ilustración 10.** Ejemplos explicativos de aplicación del artículo 23 de la Ley 1 del 3 de febrero de 1994 para implementación en la propuesta como distancias mínimas a respetar.



En base a esto, **Ley 44 del 5 de agosto de 2002** reglamentada a través del Decreto Ejecutivo N.º 479 de abril del 2013 establece puntos específicos para el manejo, protección y conservación de las cuenca hidrográficas.

En ella se establecen los elementos de análisis y aspectos de estudios dentro de una cuenca empezando por sus componentes físicos como límites, vías de comunicación y condiciones hasta los aspectos ambientales que se manifiestan como el clima, zonas de Vida, recursos de suelo, hidrología, entre otros.

Cabe destacar que en esta ley las cuencas no se limitan a las condiciones físicas, sino también, a componentes sociales, económicos y culturales que se desarrollan dentro de sus limitaciones como lo es la situación socioeconómica, la existencias o estado de equipamientos urbanos y/o instituciones, crecimiento poblacional, actividades económicas, tipos de uso de suelo y fincas, vulnerabilidades y desastres, entre otros.

El listado establecido en la ley será de utilidad para la identificación y análisis de los aspectos a considerar durante el estudio del sitio y la caracterización de la zona crítica del río Caldera.

Más allá de esto, uno de los puntos más importantes son las condiciones de los espacios públicos y sus características. En el Capítulo X, destinado específicamente a este tema, en el artículo 28 se definen las variantes de estos espacios y las distintas maneras en las que puede manifestarse dentro de una ciudad o zona desarrollada donde en el punto 5 se refiere a los cuerpos de agua y orillas de los ríos como espacio público.

Para el desarrollo del proyecto se adopta como referencia el **sistema de espacios abiertos (SEA) del Plan Metropolitano de 2015**, el cual promueve la incorporación de sistemas de captación y retención de aguas pluviales para reducir el riesgo de inundaciones y establece una clasificación de los espacios públicos según su categoría y dimensión.

En el marco internacional, Panamá ha participado en diversos convenios que reflejan su compromiso con la protección del medio ambiente. Un ejemplo de ello es el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), incorporado en la Ley N.º. 2 del 12 de enero de 1995, el cual se centra en la conservación de los ecosistemas y las especies en sus hábitats.



Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete

| Espacio público abierto        | Área           | m²/hab.  |
|--------------------------------|----------------|----------|
| Parque urbano                  | 10 ha.         | 2.5      |
| Cintas costeras                | -              | -        |
| Parques distritales            | 5-10 ha.       | 2        |
| Parques vecinales              | 1000m² – 2 ha. | 1.5      |
| Parques de bolsillos y plazas. | Hasta 1000 m². | 1.5      |
| Parque periurbano              | 10 ha. o más.  | 2        |
| Parque forestal urbano         | Variable.      | 1        |
| Huerto urbano                  | 1000 m²        | 0.5      |
| Arbolado vial                  | -              | Variable |

**Tabla 03.** Cuadro de las tipologías de espacios públicos abiertos propuestos en el Plan Metropolitano de 2015 donde se establecen las superficies para cada categoría, los m² por habitantes que requiere y las características que diferencian a cada uno de ellos. La tabla será de utilidad para identificar según el tamaño y alcance el tipo de espacio que se puede generar en la propuesta.

La Ilustración 11 es el resultado de la revisión y análisis del amplio conjunto de normativas existentes, las cuales reconocen y promueven la mejora de los espacios y la protección del ambiente, no obstante, se evidencia que su sola existencia no es suficiente y resulta fundamental incorporar análisis territoriales más profundos y reconocer que las intervenciones se desarrollan dentro de un sistema natural, vivo y dinámico, en constante transformación, por lo que no siempre es suficiente limitarse al cumplimiento de estándares o reglamentos establecidos.

**Ilustración 11.** Resumen de las leyes vigentes vinculantes con el tipo de proyecto. Elaboración propia.

En color naranja se identifican aquellas que establecen lineamientos directos aplicables al proyecto (principales), mientras que, en color gris se presentan planes y lineamientos que sirven como referencia para orientar el diseño y la propuesta (complementarias).

## Los ríos como generadores de espacio público

A partir de la identificación de la normativa y la legislación aplicable al espacio público y a las intervenciones en entornos fluviales, se reconoce que la integración de ambos constituye un elemento fundamental en la configuración urbana, al influir en las dinámicas sociales, económicas y espaciales de la ciudad (Ilustración 12). En este sentido, la relación entre el espacio público y los ríos evidencia su potencial como articulador del territorio, promoviendo la conectividad, el encuentro ciudadano y una mayor integración entre los sistemas naturales y urbanos.

Históricamente, estos espacios han definido la forma en que las personas interactúan, se desarrollan y se vinculan con su entorno, manifestándose en diversas escalas y usos, desde lo cotidiano, como aceras y calles, hasta sistemas más complejos como parques, avenidas y plazas, tal como lo señala Jane Jacobs en *The Death and Life of Great American Cities* (1961). (Jacobs, 1961).

Jan Gehl, arquitecto y urbanista danés en su publicación *Cities for People* percibe a los espacios públicos como plataformas para la vida colectiva que permiten el desarrollo de actividades diversas como caminar, ejercitarse, interactuar y descansar siendo el medio para que se establezcan relaciones sociales y se refuercen valores sociales y culturales. (Gehl, 2010)

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*

**Ilustración 12.** Fotografía del sendero dentro del Parque La Biblioteca en Bajo Boquete, relacionando sus espacios con la presencia del Río Caldera.







Tomando en consideración estas dos perspectivas, se entiende el espacio abierto de uso público como el conjunto de áreas que son accesibles, de uso colectivo y abiertas a la comunidad sin restricciones, ya sea en contextos urbanos, suburbanos o rurales. Esta definición incluye desde servidumbres públicas como aceras y calles, hasta parques, áreas deportivas, avenidas, plazas y riberas de ríos.

Estas últimas han sido concebidas, en diversos proyectos contemporáneos, como espacios públicos estratégicos, tal como se expone en *Way Beyond Bigness* de Hoferlin (2021), particularmente en aquellos desarrollados bajo el programa *Room for the River* (2005-2015), con énfasis en el río Rin y sus ríos distributarios, como el Waal (Ilustración 13).

En este mismo contexto, puede observarse cómo este tipo de proyectos ha permitido transformar la concepción tradicional de los ríos. Inicialmente entendidos principalmente como vías de transporte y como recursos asociados a la fertilidad de sus llanuras, al abastecimiento de agua, al drenaje y a la irrigación, los enfoques más recientes comienzan a reconocerlos como sistemas dinámicos, en constante transformación, y como paisajes no estáticos (Prominski, 2023).

A partir de esta comprensión surge la iniciativa de trabajar con el agua (*working together with water*), tal como lo plantea



**Ilustración 13.** Fotografía de la intervención *Room for the River* en el río Waal.

Resultando en la ramificación del río principal a un canal espejo y generando nuevos espacios públicos que aparecen en la orillas y conectan con la isla central.

Hoferlin (2021). Este enfoque propone una aproximación integral basada en el conocimiento ecológico, hidráulico, ingenieril, arquitectónico y geográfico, reconociendo la complejidad inherente a los sistemas fluviales y sus diversas morfologías, las cuales responden a las condiciones territoriales en las que se desarrollan. Entender esta complejidad implica asumir que los ríos están conformados por una amplia red de procesos, elementos y componentes interrelacionados, cuyo desconocimiento puede conducir a intervenciones inadecuadas, como ocurrió históricamente en casos como el del río Rin en 1817 (Hoferlin, 2021, pp. 388–407).

## Impactos de valor desde la presencia de un río



### Valor recreativo, estético y paisajístico

Turismo, senderismo, avistamientos, relajación, confort e interacción social.



### Generación de energía

Hidroeléctricas, fuentes de abastecimiento de agua potable y electricidad.



### Interés científico, educativo y cultural

Sentido de pertenencia y conexión humana, participación local, fuentes de investigación.



### Actividad económica y deportiva

Pesca, deportes acuáticos.



### Diversidad ecológica.

Fortalecimiento de biodiversidad local y presencia de hábitats.

**Ilustración 14.** Diagrama de los cinco impactos que generan la presencia de los ríos a partir de sus distintos servicios ecosistémicos

Los **ecosistemas fluviales** han sido un elemento clave en el desarrollo de comunidades y en la construcción de identidad de culturas. La Ilustración 14 muestra los múltiples beneficios que se adquieren a partir de los recursos naturales de este tipo de ecosistema que favorecen a la mejora de la calidad de vida humana en distintas formas como la producción de alimentos, generación de energía y el abastecimiento de agua potable, siendo estos beneficios contribuciones a los aspectos sociales, culturales y económicos de un territorio (Guerrero, 2019).



## Capítulo II. Marco teórico y conceptual

## [1930] Ecología del paisaje [ ecología + geografía moderna ]

Para comprender los procesos que intervienen en la naturaleza, disciplinas como la ecología y la geografía aportan herramientas fundamentales de observación, análisis, identificación e interpretación que serán usadas posteriormente para entender el comportamiento de la zona crítica de estudio.

Si bien ambas existen de manera autónoma y son aplicables en diversos contextos, a partir de la década de 1930 se produce una vinculación entre ellas de la mano del geógrafo y botánico alemán Carl Troll, quien reconoce una relación intrínseca entre estas ciencias a partir de la interacción entre las comunidades de seres vivos y las condiciones ambientales dentro de un paisaje (Josep Vila Subirós, 2006).

Este enfoque da origen al concepto de **“ecología del paisaje”** (*Landschaftsökologie* en alemán), el cual complementa el término **“paisaje”** (*Landschaft-Landscape* en alemán) introducido previamente por el geógrafo Alexander von Humboldt en el siglo XIX, entendido como el conjunto de características que definen una región de la superficie terrestre (Josep Vila Subirós, 2006).

### Ecología

*Oikos y logos – griego – ciencia del hábitat*

Estudio de las relaciones de los seres vivos en su entorno.

[1866] Haeckel

### Geografía

*Geo – tierra / Graphos – descripción / descripción de la tierra / griego*

Descripción de los procesos y fenómenos que se dan en la tierra.

Alexander von Humboldt. *Geografía moderna*.

### Paisaje

El conjunto de características de una región de la Tierra.

Alexander von Humboldt. *Geografía moderna*.

**Ilustración 15.** Glosario de los tres conceptos fundamentales que interactúan entre sí para conformar la teoría de la *Ecología del Paisaje*. Cada uno aporta definiciones, enfoques y elementos de estudio que, de manera integral, permiten comprender, analizar e interpretar un espacio.



**Ilustración 16.** Multidisciplinariedad dentro de la ecología del paisaje.

En ella convergen diversas disciplinas y teorías que integran las perspectivas de la geografía y la ecología, influyendo en tres aspectos fundamentales del paisaje: su estructura, su morfología y su funcionalidad. Elaboración propia.

A raíz de la aparición de este nuevo concepto, en 1969, Ian McHarg, reconocido arquitecto paisajista del siglo XX, en su libro publicado *Design with Nature* establece como la planificación debería ser desarrollada a partir de conceptos como el geología, geografía, suelo, hidrología y vegetación (Ilustración 18) (Daniels, 2019) para entender las interacciones entre los humanos y el ecosistema y, a su vez, alcanzar un mayor crecimiento económico acompañado de calidad medio ambiental y bienestar social.

Es así como sus teorías entrelazan lo natural con el diseño y la ciencia mientras se enfocan en procesos naturales, sociales y culturales (Ilustración 16) (Yang, 2013).

En sus palabras, el proceso de diseño debe integrar, respetar y facilitar los múltiples procesos, funciones y servicios de los ecosistemas para garantizar el éxito de un proyecto.



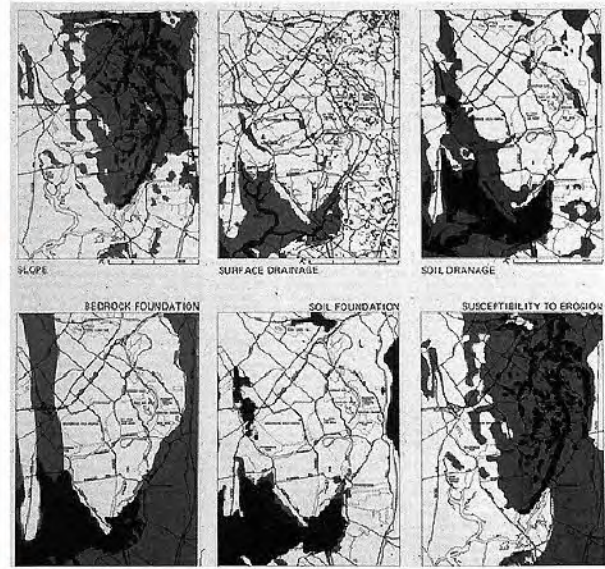
Bajo la perspectiva de Herrington (2010), la planificación urbana contemporánea, según los criterios de McHarg (1969), debe articularse bajo los siguientes principios:

**01 Reconocimiento de la naturaleza como un proceso** donde convergen geografía física, hidrología, drenaje, clima, suelo, vegetación, vida silvestre, fauna marina y uso de suelo.

**02** En la planificación y el desarrollo de ciudades se debe **diseñar en función a los medios naturales** para mantener y potenciar los procesos ecológicos y servicios naturales en beneficio de los humanos y la naturaleza. Seguir los procesos naturales es lo que guía a un proyecto hacia la sostenibilidad.

**03 Determinismo ecológico:** establece que el diseño y la planificación deben responder a las condiciones ambientales del sitio. Para ello, se analizan variables como hidrología, clima, suelo, vegetación y uso del suelo mediante mapas de capas que permiten identificar oportunidades y limitaciones para el desarrollo.

Como ejemplo de su método de análisis a través de capas, en el capítulo *A Step Forward*, analiza la construcción de una carretera en Staten Island, Nueva York, y cuestiona los enfoques sustentados exclusivamente en criterios

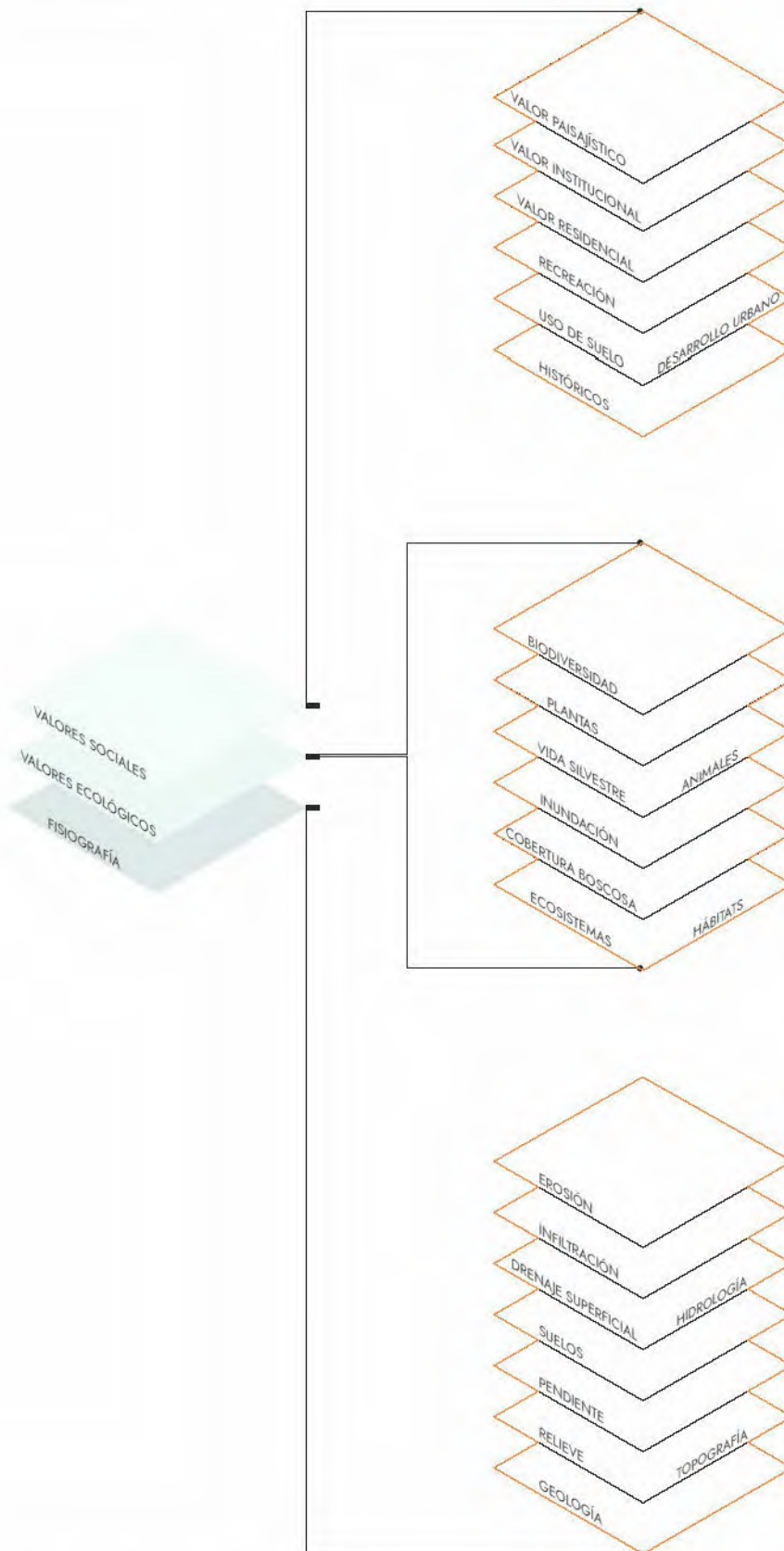


**Ilustración 17.** Ejemplificación del método de análisis propuesto por McHarg en su escrito *Design With Nature*, capítulo *A Step Forward*, página 36.

ingenieriles y económicos.

A través de mapas temáticos (Ilustración 17), que representan variables fisiográficas, suelo, drenaje, relieve y geología, junto con valores residenciales, ecológicos y paisajísticos, identifica las áreas con mayor y menor costo social y ambiental. La alternativa óptima resultó ser aquella que maximiza el beneficio colectivo manteniendo al mínimo los costos sociales y ecológicos, evitando que el aprovechamiento de un valor implique el sacrificio desproporcionado de otros.

En este sentido, la ecología del paisaje, como articulación entre geografía y ecología, propone incorporar, previo al diseño, planificación y la construcción, un análisis integral de las interacciones físicas, biológicas y sociales que configuran el territorio, buscando un equilibrio entre desarrollo y conservación.



Es necesario comprender la naturaleza como un proceso interactivo que representa un sistema de valores relativos, y que puede interpretarse como una fuente de oportunidades para el uso humano, pero también como un conjunto de restricciones e incluso prohibiciones sobre ciertos usos.

— Ian McHarg, *Design with Nature*, capítulo The River Basin.

**Ilustración 18.** Diagrama de estudio a través de capas según el escrito de Ian McHarg.

En ella se muestra la relación entre los distintos factores para estudiar un territorio iniciando la fisiografía de la zona, valores ecológicos y por último, los sociales. Autoría propia.



## [2008] Soluciones basadas en la Naturaleza [ SbN ]

Las soluciones basadas en la Naturaleza nacen como un concepto pionero de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) desde hace 20 años con acciones que ayudan a proteger, gestionar y restaurar ecosistemas naturales abordando desafíos tanto sociales como climáticos y con ellos la salud humana, salud alimentaria e hídrica y la reducción de desastres. (World Bank Group, 2022).

Estas estrategias, buscan principalmente, el incremento de espacios urbanos resilientes al cambio climático incluso en las zonas de mayor complejidad. Sin embargo, este proceso trabaja mediante una jerarquía de aproximación en sus intervenciones (World Bank Group, 2021).

Para el año 2025, el Ministerio de Ambiente publica el *Manual de Soluciones Basada en la Naturaleza para la Gestión del Cambio Climático en Panamá*, donde en la clasificación que realizan para el tipo de **enfoque de protección de los ecosistemas** se encuentran cinco que se relacionan con el proyecto y establecen criterios, recomendaciones y estrategias que pueden ser implementadas en la propuesta como lo es: el uso de estanques y zanjales de inundación como infraestructura verde.

Enfoques de protección de los ecosistemas según el *Manual de Soluciones Basada en la Naturaleza para la Gestión del Cambio Climático en Panamá* del Ministerio de Ambiente 2025.

### Enfoques relacionados con ecosistemas específicos

#### Reducción del riesgo de desastre basada en ecosistemas (Eco-RRD):

Soluciones que van enfocadas en reducir la vulnerabilidad de las zonas ante eventos climáticos como inundaciones, terremotos o tsunamis.

#### Enfoque de infraestructura [IN] Infraestructura natural

Enfoque que promueve soluciones que complementen la infraestructura tradicional y que con esto mejore la resiliencia garantizando a su vez el abastecimiento de agua y el control de inundaciones.

#### [IV] Infraestructura verde

Se refiere a la red de espacios planificados de origen natural o seminatural que permiten el cumplimiento de los servicios ecosistémicos para conservar la biodiversidad a la vez de que se integra al entorno urbano y su planificación. Ejemplo de ellas son zanjales de inundación, huertos, pequeños bosques, estanques y arroyos, llanuras de inundación, parques intercomunales, corredores ribereños, entre otros (Vásquez, 2016).

#### [IA] Infraestructura azul

Se identifican los elementos acuáticos y sus funciones claves para la alimentación, salud y resiliencia climática.

#### [IH] Infraestructura híbrida

Se fusiona la naturaleza con la ingeniería en pro de construir una resiliencia climática a través de la integración de soluciones como drenajes sostenibles, pavimentos permeables, techos verdes, etc.)



## Referencias internacionales

La selección de las referencias se basó en proyectos alineados con las problemáticas identificadas en el Capítulo 1, los cuales, mediante las estrategias derivadas de las teorías presentadas, constituyen una base fundamental tanto para el análisis como para el desarrollo de la propuesta de diseño.

A partir de esto, se hace mención al *River Restoration Center*, una organización sin fines de lucro con sede en el Reino Unido, que en su publicación titulada *Understanding Your River*, enfatiza la importancia de reconocer los procesos naturales de los ríos, los componentes que intervienen en su dinámica y las modificaciones a las que han sido sometidos. En este último aspecto, el documento aborda las intervenciones mencionadas en la Tabla 04, que suelen ser las más comunes; no obstante, invita a identificar aquellas estructuras o acciones que podrían ser removidas, reemplazadas o representar un problema futuro. Esto se debe a que muchas de ellas surgen como respuestas inmediatas y temporales, pero limitan la capacidad de adaptación del sistema fluvial y restringen su evolución a largo plazo, pudiendo aumentar los riesgos en escenarios futuros (River Restoration Center, 2020).

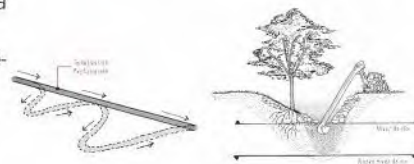
Por otro lado, en el escrito *River.Space.Design*, específicamente en el catálogo de proyectos con intervención de ríos, países como España, Reino Unido y Países Bajos ya han trabajado con algunos de sus ríos generando proyectos cuyos diseños respetan el estado dinámico de los cuerpos de aguas mediante herramientas de diseño como diques, redes de senderos, senderos y parques dentro de llanuras de inundación, extensión de áreas naturales, zonas de remanso, modificación de topografía y ramificaciones del río.

## Modificaciones

## Impacto

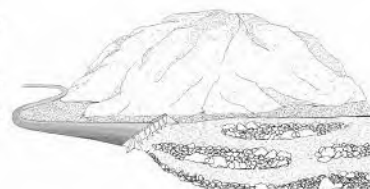
### 01 Canalización y dragado

- Incremento de erosión.
- Alteración en hábitats tras la uniformidad de la sección y flujo.
- Carencia de la relación cauce-llanura.
- mayor velocidad del flujo.



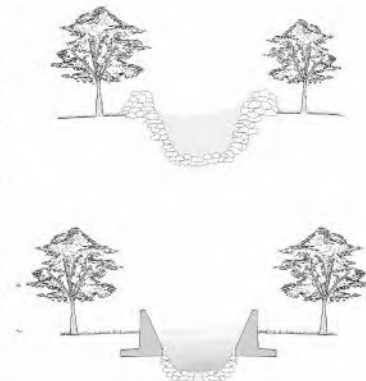
### 02 Construcción de esclusas, represas, embalses

- Impide el desplazamiento longitudinal de especies.
- Altera flujo natural del agua y sedimentos.
- Desvía el flujo y los sedimentos alterando patrones naturales de erosión y deposición.



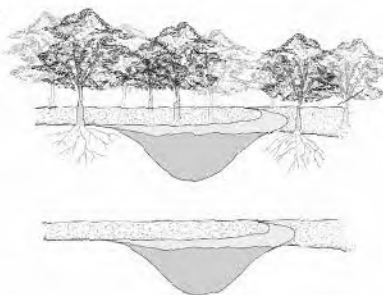
### 03 Diques de contención en márgenes del río

- Restringe el movimiento lateral del río al aumentar su cauce.
- Reducción de hábitats que se generan entre el cauce y la llanura siendo inexistente esta última conexión.
- Agua de inundación confinada aumentado
- Erosión del cauce y velocidad.
- Pérdida de la relación con la llanura afectando hábitats, intercambio de nutrientes, almacenamiento de agua y carbono.



### 04 Manejo de vegetación

- Reducción de la biodiversidad de la ribera.
- Aumento de erosión en las riberas por la carencia de raíces.



**Tabla 04.** Actividades o modificaciones que afectan los cauces de manera permanente, pero que no se mantienen estables en el tiempo ni frente a los efectos dinámicos del río. Elaboración propia a partir de River Restoration Centre, *Understanding Your River*.



## [1930] Río Támesis, Reino Unido

El río Támesis, uno de los elementos más emblemáticos de Londres, da origen a la iniciativa de *Thames Landscape Strategy (TLS)*, que busca orientar las prioridades de planificación, desarrollo y gestión a nivel local y nacional, reconociendo el valor económico, cultural y paisajístico de su cuenca.

Se trata de un plan con una visión a 100 años, implementado en un tramo de 11 millas del río (aproximadamente 17.7 km), entre Hampton y Kew, en el suroeste de Londres. El plan escrito en 1994 y revisado en 2012, busca integrar herramientas para el manejo de inundaciones mientras se ofrecen otros beneficios como la creación de espacios verdes accesibles.

Desde sus inicios, esta estrategia trabaja con la planificación y el paisaje a nivel subregional y a nivel local. En la primera, se analiza el territorio y sus aspectos locales, geológicos y políticos, mientras que, en el segundo se identifica lo histórico, lo urbano, espacios de conservación y el acceso y conectividad a espacios públicos ofreciendo planes de desarrollo y usos de suelo. (Places, 2000)

El TLS propone como una de sus acciones la creación de hábitats y la restauración de las llanuras aluviales a través de estrategias como:

- 01 Mejora los corredores verdes.
- 02 Renaturalización de riberas fluviales.
- 03 Mejora de zonas de remanso y zonas húmedas.
- 04 Reintroducción de praderas.
- 05 Plantación de 4km de setos nativos en disposición natural.
- 06 Plantación de más de 5,000 especies nativas.
- 07 Restauración de canales de llanura de inundación.
- 08 Reintroducción de paisajes productivos.

De manera complementaria al enfoque paisajístico y ecológico del TLS, este se articula con otros planes como el *Lower Thames Flood Risk Management Strategy (2010)*, orientado principalmente a la gestión hidráulica.



Entre los elementos para el control de crecidas, también han implementado otras como:

- 01 Generación de mapas de huellas de inundación para identificación de zonas de riesgo.
- 02 Manejo de agua a través de humedales.
- 03 Filtración de la contaminación del agua proveniente del río por medio de humedales.
- 04 Nuevos alineamientos y diversificación de ríos.



**Ilustración 19.** Intervención en el río Houghton Brook a través de reservorios y plantación de bosques fluviales.

Entre los proyectos que se han ejecutado bajo estas acciones, en 2021 se habilitó en **Houghton Regis** (Ilustración 19,20) una zona destinada al almacenamiento y gestión de aguas pluviales provenientes del Houghton Brook. Esta intervención permitió reducir el riesgo de inundación en aproximadamente 600 edificaciones residenciales y comerciales. El diseño se basó en la generación de espacio en torno al río mediante la modificación topográfica en forma de terrazas, capaces de almacenar el agua y, al mismo tiempo, mejorar la capacidad de infiltración del suelo. Asimismo, el proyecto integró espacios abiertos de uso público, incorporando senderos, ciclovías y áreas de plantación que favorecen la inclusión de vegetación nativa y silvestre.



**Ilustración 20.** Vista aérea de la intervención de Houghton Brook.

- 01. Desvío parcial del río.
- 02. Zonas de reservorios.
- 03. Terraplén / sendero.
- 04. Lago de retención.
- 05. Zonas de bosque aluvial y retención.

## [2012-2016] Río Waal, Países Bajos, *Room for the River*

Bajo el programa Room for the River del gobierno holandés, iniciado en 2007, el río Waal fue uno de los principales ríos intervenidos, constituyendo una de las actuaciones más complejas en términos de preservación de la calidad ambiental.

### Datos del proyecto:

Área de drenaje: 160,000 km<sup>2</sup>  
Ancho de río: 330 m  
Ancho de llanura: 870-720m  
Descarga: 1,571 m<sup>3</sup>/s

### Estrategias de diseño:

Terracería en la ribera del río  
Diques como redes de senderos  
Relocalización de dique  
Ramificaciones del río

**01 Retranqueo de 350 m del dique original y creación del canal secundario Spiegelwaal**, ampliando la llanura de inundación y reduciendo el riesgo de crecidas.

**02 Generación de una isla fluvial y un parque ribereño** que mejora la calidad ecológica del área y favorece la restauración de hábitats naturales.

**03 Incorporación de nuevos espacios públicos** en la ribera, incluyendo senderos peatonales, áreas de estancia y zonas de contacto con el agua.

**04 Fortalecimiento de la conectividad** mediante la conservación de puentes existentes y la construcción de nuevas conexiones para peatones, ciclistas y vehículos.



**Ilustración 21.** Sección ilustrativa de la intervención en el río Waal, extraída del libro *River. Space. Design*.

En ella se observa, de izquierda a derecha, el ancho y la profundidad del cauce original, así como la formación de la isla en el margen derecho, generada por la nueva apertura del cauce en ese sector. En color gris oscuro se presenta el nivel del agua regular, mientras que, el más claro, que se delimita con una línea punteada, es en escenarios de crecidas.





**Ilustración 22.** Transformación de Veur-Lent Island tras la implementación de la estrategia *Room for the River*.

En la imagen izquierda se observa el río en su estado original, sin intervención. En la derecha, se evidencia el retranqueo del dique aproximadamente 350 m hacia el interior, lo que permitió la creación de un nuevo cauce o ramificación del río, la formación de una isla intermedia y la incorporación de nuevos puentes para la conexión entre ambos márgenes.



**Ilustración 22.1.** Espacio generado en la zona norte, paralelo al nuevo cauce Spiegelwaal.

Se configura un espacio público mediante terrazas que descienden hasta el río, estableciendo una conexión directa con este. Asimismo, se incorporan áreas de siembra, senderos y mobiliario urbano.

Fuente: HNS Landscape Architects.



**Ilustración 23.** Plano generado para la propuesta de Intervención del río Waal.

- 01. Puente Oversteek
- 02. Puente Spoorbrug
- 03. Puente Waalbrug
- 04. Puente Zalige
- 05. Puente Lentloper
- 06. Inlaatput Spiegelwaal
- 07. Río Waal (cauce original)
- 08. Zona de bahías y uso recreativo
- 09. Zona pública de senderos y terrazas
- 10. Dique retranqueado
- 11. Zona norte
- 12. Zona sur

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*



## [2008] Parque del Agua, río Ebro, Zaragoza, España

El Parque del Agua se desarrolla en el meandro del río Ebro conocido como “Meandro de Ranillas”, en una zona de carácter agrícola donde predominaban las actividades de cultivo y riego. Debido a su alta vulnerabilidad frente a inundaciones, esta zona de 125 ha se mantuvo durante años libre de urbanización.

Para hacer viable el proyecto, se implementaron las siguientes estrategias:

### Datos del proyecto:

Área de drenaje: 40,400 km<sup>2</sup>  
Ancho de río: 90-120 m  
Ancho de llanura: 150 m  
Descarga: 4,300 m<sup>3</sup>/s

### Estrategias de diseño:

Zonas de remanso  
Diques como redes de senderos  
Parques en llanura de inundación  
Senderos en llanura de inundación  
Extensión de áreas naturales

### 01 Construcción de un dique perimetral

que bordea el parque y delimita las áreas de bosque aluvial respecto a las zonas lúdicas y funcionales. En su parte superior, se integra un sendero que recorre gran parte del perímetro.

### 02 Diseño de infraestructura hídrica

que conduce el agua del río a través de distintos niveles, facilitando su depuración y posterior reutilización con fines recreativos y de riego.



**Ilustración 24.** Sección ilustrativa de la intervención de Parque del Agua, extraída del libro *River. Space. Design*.

En ella se representan los distintos niveles de purificación del agua y su recorrido. En la parte izquierda se observan piscinas que, mediante vegetación, contribuyen a la depuración del agua; esta se almacena posteriormente en los depósitos ubicados a la derecha, desde donde se conecta con otros espacios hídricos. La línea segmentada indica el nivel de crecidas y el sistema de contención hacia el interior del parque.



**Ilustración 25.** Vista aérea del meandro de Ranillas.



En la imagen izquierda se aprecia la zona vegetal que se inunda con las crecidas del río, delimitada por el dique del parque. En la imagen derecha se observa el río contenido dentro de sus márgenes en condiciones normales, dejando visibles las piscinas o estanques que reciben el agua purificada excedente tras abastecer las distintas áreas del parque y que es devuelta al río.



**Ilustración 26.** Imagen aérea de la zona más próxima al río Ebro, donde se aprecian el dique y el trazado del sendero que conecta distintos puntos con lagos o piscinas de agua altamente purificada.

A su vez, en la parte derecha de la imagen, junto a la siembra de especies fluviales, se observan las piscinas que almacenan los remanentes de agua antes de su conducción hacia el río.

El sistema hídrico capta agua del río mediante acequias<sup>1</sup>, la filtra y la almacena en un canal de depósito que regula su distribución por gravedad hacia lagos, piscinas y sistemas de riego. Durante su recorrido, el agua atraviesa procesos de depuración natural mediante vegetación, gravas y humedales, permitiendo su reutilización para actividades recreativas antes de ser devuelta al río en mejores condiciones.



**Ilustración 27.** Plano maestro de la propuesta del Parque del Agua en Zaragoza

- 01. Río Ebro
- 02. Estanque de retención y liberación.
- 03. Espacio central del parque con senderos, parques, áreas navegables y de recreación
- 04. Áreas de cultivos
- 05. Dique construido + sendero generado

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*

<sup>1</sup>Zanja o canal por donde se conducen las aguas para regar y para otros fines. (RAE, 2024)



## Glosario

**ALUVIAL:** todo lo que es formado tras la deposición de sedimentos a través de un río (RAE, 2024).

**BARRAS:** son islas o regiones elevadas en el recorrido del río expuestas o sumergidas que son creadas por la deposición de sedimentos en él. (Prominski, 2023).

**BERMA:** sección horizontal en una pendiente o talud incrementando su estabilidad. (Prominski, 2023).

**BIODIVERSIDAD:** implica variedad de ecosistemas, comunidades biológicas, especies y variabilidad genética entre ellas (Prominski, 2023).

**CONFLUENCIA:** unión o junta de dos o más ríos u otras corrientes de agua (RAE, 2024).

**DESLIZAMIENTO:** desprendimiento de masas pendiente abajo (RAE, 2024).

**DIQUE:** muro o construcción para contener las aguas (RAE, 2024).

**EROSIÓN:** remoción de partículas o sedimentos de una superficie a través de una fuerza de agua que transita sobre ella. Ocurre en lechos de ríos, orillas o superficie sin protección vegetal (Prominski, 2023).

**ESPECIE NATIVA:** especie propia de la región que ha crecido y se ha desarrollado naturalmente dentro de una región adaptándose a los factores climáticos (RAE, 2024).

**ESPECIE NATURALIZADA:** especie que ha sido integrada a un nuevo entorno, pero ha logrado adaptarse hasta crecer naturalmente sin presentar desplazamientos de las nativas (RAE, 2024).

**ESPECIE INTRODUCIDA:** toda especie que ha sido transportada a otro ambiente que no es el original por acciones naturales o antrópicas (RAE, 2024).

**FLUVIAL:** todo lo relacionado a los sistemas y componentes relacionados a los ríos (RAE, 2024).

**GAVIÓN:** estructura metálica rectangular rellena de rocas para proteger rellenos u orillas de acciones erosivas (Prominski, 2023).

**GEOLOGÍA:** ciencia que estudia la historia del globo terrestre, así como la naturaleza, formación, evolución y disposición actual de las materias que lo componen (RAE, 2024).

**GEOMORFOLOGÍA:** estudio de las características propias de la corteza terrestre (RAE, 2024).



**HIDROLOGÍA:** disciplina que estudia las aguas de la Tierra (RAE, 2024).

**INFILTRACIÓN:** introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido. (RAE, 2024).

**INFRAESTRUCTURA:** obra subterránea o estructura que sirve de base de sustentación a otra (RAE, 2024).

**INUNDACIÓN:** fenómeno donde el nivel de agua es mucho mayor que su nivel normal causando que el agua sobrepase sus márgenes (Prominski, 2023).

**LLANURA ALUVIAL:** límites terrestres de una corriente de agua que esta supuesta a recibir las descargas de un cauce, especialmente desde las inundaciones (Prominski, 2023).

**MITIGACIÓN:** moderar, aplacar, disminuir o suavizar algo riguroso o áspero (RAE, 2024).

**ORILLA DE RÍO:** lados laterales de un río que delimitan a un cuerpo de agua y separan la superficie acuática de la terrestre (Prominski, 2023).

**PABELLÓN:** cada una de las construcciones o edificios que forman parte de un conjunto (RAE, 2024).

**PLAN MAESTRO:** instrumento de Ordenamiento Territorial para la planificación urbana (Pérez, 2014).

**PREVENCIÓN:** preparación y disposición que se hace anticipadamente para evitar un riesgo o ejecutar algo (RAE, 2024).

**PODOTÁCTIL:** preparación y disposición que se hace anticipadamente para evitar un riesgo o ejecutar algo (RAE, 2024).

**POLINIZACIÓN:** proceso mediante el cual el grano de polen llega al estigma de una flor. (RAE, 2024).

**RAMIFICACIÓN:** división y extensión de ramas, arterias o canales que nacen de un mismo principio o tronco (RAE, 2024).

**REMANSO “BACKWATERS”:** es la parte del río que por procesos naturales o intervenciones humanas queda separado del cauce principal (Prominski, 2023).

**RESGUARDO:** cautelarse, precaverse o prevenirse contra un daño.(RAE, 2024).

**RESILIENCIA:** capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversos (RAE, 2024).

**RETENCIÓN:** disminución del tiempo de descarga mediante estrategias naturales o artificiales (Prominski, 2023).

**SEDIMENTOS:** sólidos de tamaños variables como gravilla o arena que se encuentran transportados en un flujo de agua (Prominski, 2023).

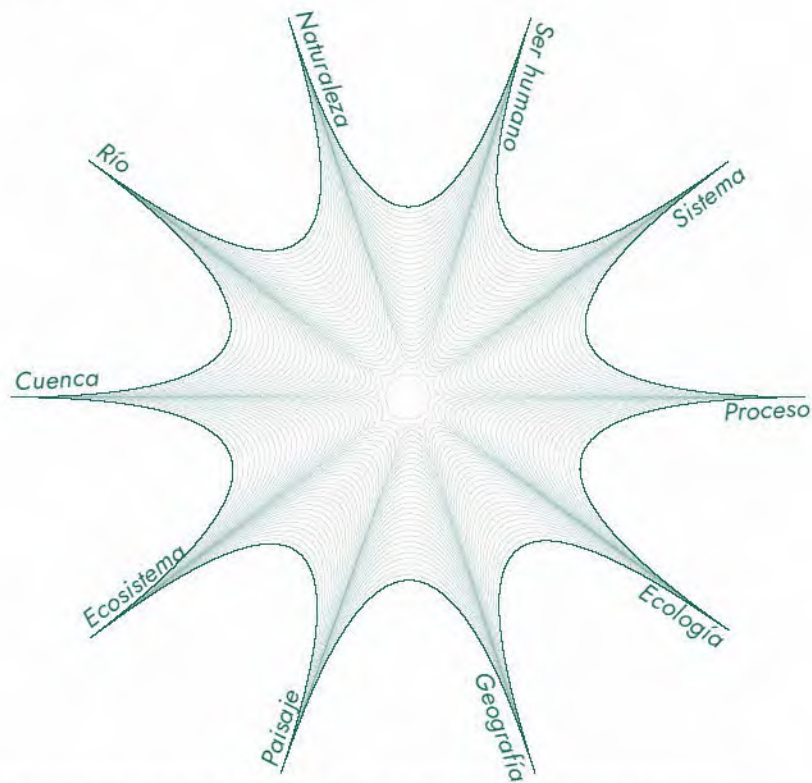
**TERRAZAS:** cada uno de los espacios de terreno llano, dispuestos en forma de escalones en la ladera de una montaña (RAE, 2024).

**VALLE:** llanura entre montes o alturas (RAE, 2024).





## Conceptos claves



**Ilustración 28.** Relación de conceptos claves en la investigación y sus dependencias. Elaboración propia.

El establecimiento de este orden va desde la naturaleza siendo el ente organizador de todo aquello que existe sin intervención del ser humano y que tiene sus propias leyes, principios, sistemas lógicos y ordenados que, a la vez se conforman de procesos biológicos, físicos, químicos y evolutivos que permiten la coexistencia de organismos vivos e inertes.

Para el desarrollo del marco teórico, la investigación se sustenta en diez conceptos clave (Ilustración 28) cuya interrelación resulta fundamental para la comprensión integral del tema. La estructura del marco teórico se organiza desde lo más general hacia lo particular, culminando en el concepto central del estudio: el río.

Esta secuencia conceptual busca comprender cada elemento desde una visión global, reconociendo cómo se articulan entre sí y cómo influyen en los procesos de diseño y en la toma de decisiones.

De este modo, se plantea que no es posible dar una respuesta adecuada a determinadas problemáticas sin comprender previamente sus causas y el sistema complejo del que forman parte. En este sentido, el proyecto aborda el análisis del comportamiento de la **naturaleza como sistema y como proceso**, enfatizando la importancia de comprender el paisaje y el territorio a partir de los elementos y factores que interactúan y se relacionan entre sí, tal y como se muestra en las siguientes definiciones.

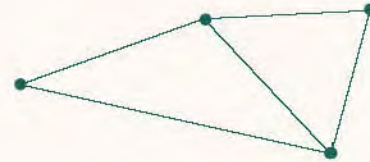
*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*

## 01. Naturaleza como sistema

### SISTEMA | RAE

*Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.*

Ludwig Von Bertalanffy con su “Teoría de los Sistemas” define los mismos como un conjunto de elementos en interacción que se relacionan entre sí y constituyen una entidad, un todo racional, organizado y funcional (Bertalanffy, 1956). A partir de estos conceptos, la naturaleza puede entenderse como un sistema compuesto por el conjunto de elementos presentes en la superficie terrestre, tanto de origen biótico como abiótico, que interactúan entre sí dentro de un entorno físico y participan en procesos interrelacionados y estructurados.



## 02. Naturaleza como proceso

### PROCESO | RAE

*Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.*

Para McHarg, en su texto *Desing with nature* reconoce a la naturaleza como un proceso que responde a sus propias leyes, que interactúan entre sus componentes y su resultado ofrece oportunidades al ser humano (McHarg, 1970).





Paisaje

Como consecuencia de las interacciones que ocurren dentro de los sistemas y procesos naturales, el concepto **paisaje** refleja la diversidad resultante de la relación entre sus distintos elementos. Estas interacciones responden a las condiciones particulares de cada entorno, dando lugar a paisajes con características propias determinadas por factores como la región, el clima y el relieve como lo es el paisaje fluvial.

CONCEPTO

*Procede del latín pagus | territorio, campo, distrito.*

A lo largo del tiempo, el término de paisaje ha variado y en cada región existen percepciones distintas y varía según la relación que tengamos con él, en este estudio se concebirá al paisaje como el espacio en la tierra donde se llevan a cabo una serie de procesos ya sea de origen natural o humano (Haines-Young, 1993).

|                  |                             |                                                                            |
|------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Inglés           | <i>Landskipe, landscaef</i> | <i>Un escenario natural con componente humano.</i>                         |
| Alemán           | <i>Landschaft</i>           | <i>Pequeña unidad administrativa que corresponde en tamaño a un sitio.</i> |
| Holandés         | <i>Lantscap</i>             | <i>Región terrestre o entorno.</i>                                         |
| Latín            | <i>Pagus</i>                | <i>Distrito rural.</i>                                                     |
| Inglés americano | <i>Landscape</i>            | <i>Escenario natural.</i>                                                  |

Tabla 05. Significado del término paisaje en distintos idiomas  
La concepción del término ‘paisaje’ en distintos idiomas coincide en su definición como espacio, lugar o realidad física; sin embargo, el componente humano y/o biológico parece estar considerado únicamente en el primero. Elaboración propia.



## Paisaje fluvial

El paisaje fluvial se caracteriza por tener al agua como elemento configurador de su origen, estructura, funcionamiento y dinámica. En este contexto, el río, a lo largo de su valle, organiza el territorio y el paisaje, generando espacios propios de su naturaleza, como las riberas y las llanuras de inundación, fundamentales para la planificación y gestión hídrica (Centro de Estudios Paisaje y Territorio. Gobierno de España, 2012).

Su valor ecológico radica en su función como corredor para el desplazamiento de múltiples especies y como conector entre áreas boscosas, además de otras funciones que resaltan su importancia como se reflejan en la Ilustración 29. Asimismo, presenta una continuidad longitudinal en la que el transporte de sedimentos modela su morfología y participa en procesos de intercambio de energía y distribución de nutrientes (Centro de Estudios Paisaje y Territorio. Gobierno de España, 2012).

Esta capacidad del paisaje fluvial de ser un cuerpo articulador entre los demás espacios se debe a la confluencia de lo terrestre con lo acuático mediante un sistema abierto que no se limita a fronteras permitiendo una constante interacción entre factores abióticos, bióticos y antrópicos. (Maass, J. M., & Martínez-Yrizar, A., 1990)

**Función de hábitats** para especies de flora y fauna silvestre.



**Función de barrera** para el control de fauna.



**Función de filtro** ante fenómenos de escorrentía, sedimentos y nutrientes.



**Función de recarga subterránea** y disponibilidad hídrica.

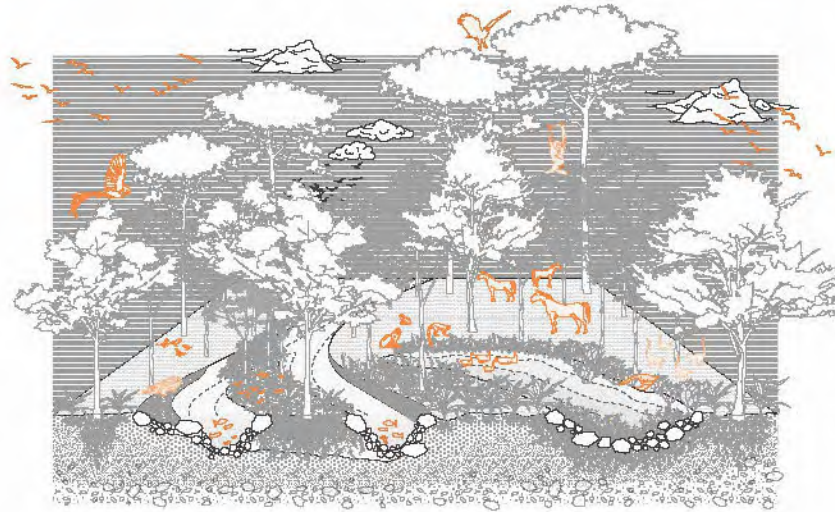


**Función de sumidero** y zona de retención y control de agua.



**Ilustración 29.** Funciones del paisaje fluvial que evidencian su valor ecológico y los beneficios que aporta a diferentes escalas.

## Articulación de ecosistemas dentro del paisaje fluvial



**Ilustración 30.**  
Ecosistemas  
presentes dentro de  
un paisaje fluvial.

Especies presentes  
en ecosistemas  
terrestres y  
acuáticos, cuyas  
interrelaciones son  
fundamentales para  
su supervivencia;  
algunas de ellas  
pueden desarrollarse  
en ambos tipos  
de ecosistemas.  
Elaboración propia.

Cada ecosistema presenta rasgos identificables determinados por sus condiciones climáticas, edafológicas y por los tipos de flora y fauna que lo conforman (Ilustración 30). En consecuencia, estos varían según el país y la región. Si bien su clasificación abarca ecosistemas terrestres, acuáticos de agua dulce y acuáticos de agua salada, la presente investigación se enfoca principalmente en aquellos con mayor vinculación en el área de estudio: los ecosistemas terrestres y de agua dulce.

la evapotranspiración potencial que varían según las regiones latitudinales y altitudinales. Como consecuencia, este sistema tiene 30 clasificaciones aplicables a nivel mundial.

En Panamá, es posible encontrar más de 10 clasificaciones de zonas de vida donde el mayor porcentaje, 32%, corresponde a bosque húmedo tropical seguido del 18% de bosque húmedo premontano como se muestra en el mapa de la Ilustración 31 (Autoridad Nacional de Ambiente, 2010).

### Ecosistemas terrestres

Para el entendimiento de los ecosistemas, en 1947 el botánico Leslie Holdridge clasifica los ecosistemas terrestres o “zonas de vida” a partir de tres variables: la biotemperatura media anual, la precipitación media anual y

Cada una de estas zonas de vida define el tipo de clima, vegetación y fauna de una región, por lo que resulta fundamental al momento de seleccionar las especies a incorporar en el proyecto, asegurando que sean adecuadas y contribuyan a la biodiversidad local.



## Ecosistemas acuáticos de agua dulce

### Ecosistemas lénticos

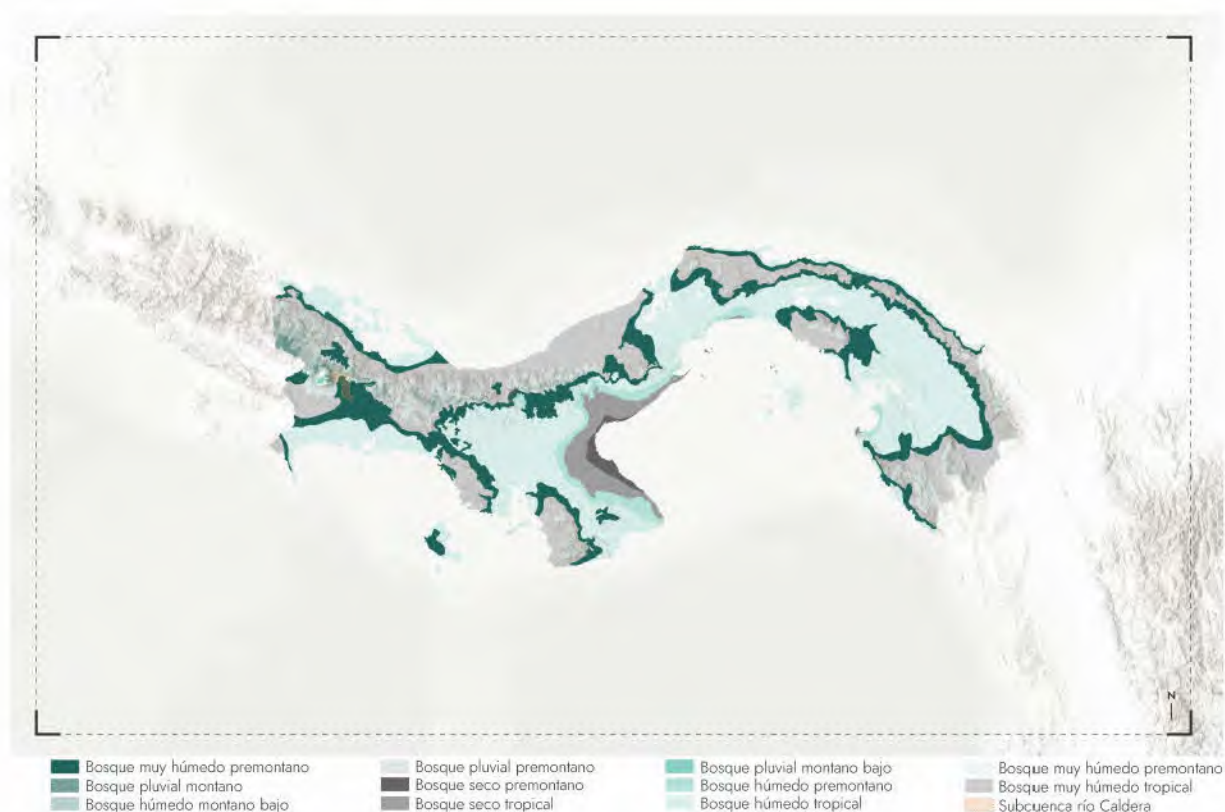
Son aquellos sistemas cerrados donde el agua es estática y poseen cierta profundidad donde la luz penetra y permite que se cumplan ciertos procesos. En este tipo de ecosistemas se pueden encontrar lagos, humedales, embalses, pantanos y lagunas. (Indian Institute of Science , s.f).

### Ecosistemas lóticos

Representan aquellos donde el agua tiene un curso definido y está en constante movimiento. En estos se hallan a los ríos, manantiales, arroyos, riachuelos y quebradas. (Indian Institute of Science , s.f).

**Ilustración 31.** Mapa de zonas de Vida en el territorio panameño.

El color celeste claro representa la mayor extensión de bosque húmedo tropical, seguido por un azul más intenso que identifica el bosque húmedo premontano, predominante en gran parte de la provincia de Chiriquí. Elaboración propia.



Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete



## Servicios ecosistémicos

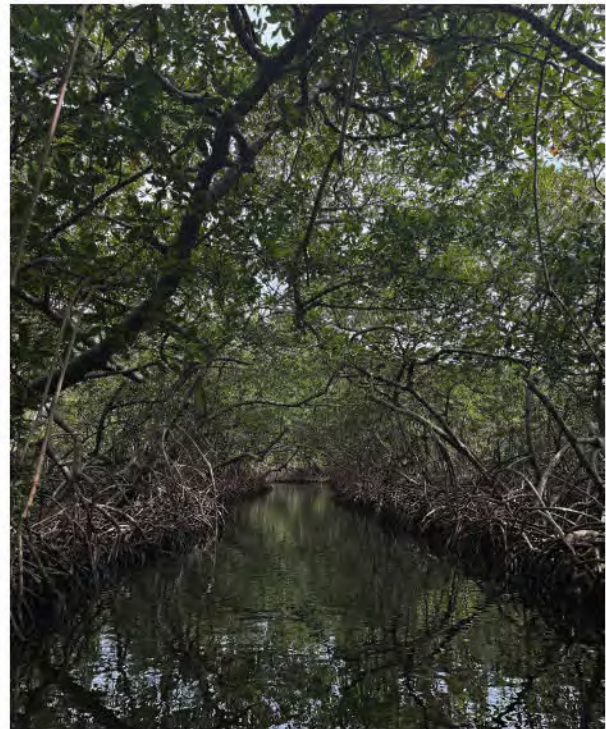
A partir de los distintos ecosistemas, las sociedades humanas no solo se ven beneficiadas por aquellos recursos tangibles ofrecidos, sino también, por los procesos y dinámicas intangibles que proporcionan. Por ello, *The Millenium Ecosystem Assessment* (MEA) clasifica en cuatro secciones los servicios que proporcionan los ecosistemas.



**Ilustración 32.** Servicios de provisión.  
Que abarcan desde la generación de electricidad mediante el aprovechamiento de la energía del agua en movimiento, hasta la obtención de alimentos provenientes de especies como los árboles frutales. Autoría propia.

### Servicios de provisionamiento

En la primera categoría se encuentran los tangibles y más reconocidos como la comida y productos obtenidos a través de plantas y animales, energía a través de elementos como la madera, medicinas naturales, productos ornamentales, agua (Bravo-Cadena & Pavón Hernández, 2023).



**Ilustración 33.** Servicio de regulación de los manglares en el control del oleaje en islas de la provincia de Colón. Autoría propia.

### Servicios de regulación

Estos son los procesos intangibles y de los más importantes como la regulación del clima, regulación del agua, procesos de polinización, purificación del agua, protección costera y de inundación, controles de erosión, entre otros (Bravo-Cadena & Pavón Hernández, 2023).





**Ilustración 33.1.** Servicio cultural a través del turismo en el sendero de Los Quetzales. Autoría propia.



**Ilustración 34.** Servicio de soporte a partir de la precipitación y el ciclo del agua. Autoría propia.

## Servicios culturales

Son los que generalmente percibimos a través de los sentidos, los pensamientos y las experiencias. Dentro de estos están los atractivos y el valor estético, la inspiración y los valores educativos, el sentido de pertenencia y las identidades culturales, recreación, valores religiosos y espirituales (Bravo-Cadena & Pavón Hernández, 2023).

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*

## Servicios de soporte

De estos dependen los tres primeros mencionados, ya que, los servicios de soportes no impactan directamente ni de forma inmediata a la población humana. Son los procesos esenciales que generan que los otros sean posibles como lo es el ciclo del agua, la formación del suelo y el ciclo de nutrientes (Bravo-Cadena & Pavón Hernández, 2023).

## Arquitectura del paisaje y sus intervenciones

La arquitectura del paisaje se concibe como una disciplina orientada al análisis, la comprensión, el diseño y la intervención del territorio, estructurada en torno a tres ejes principales: el ecológico, el cultural y el formal tal como lo expone Charles Waldheim en su escrito *Landscape Urbanism* (2016).

Su campo de acción abarca, de manera predominante, los espacios abiertos, la planificación urbana y la infraestructura, en diversas escalas que van desde lo urbano y suburbano hasta lo rural y natural. En este sentido, todo proyecto o intervención que implique la transformación de un medio o genere un impacto significativo en un sistema resulta de interés para esta disciplina. (Stanford-Manjarrés, 2023).

La importancia de este tipo de intervenciones radica en que buscan diseñar y actuar a partir del conocimiento e integración de los sistemas naturales y sus procesos.

De este modo, todo proyecto inicia con la comprensión del paisaje como un sistema conformado por distintos medios, cada uno con componentes organizados según jerarquías y funciones. Esta visión permite estudiar el paisaje descomponiéndolo

en sistemas de menor complejidad para su mejor entendimiento.

En este sentido, la aplicación de este enfoque en el proyecto implica analizar estos sistemas desde su escala mayor, como la cuenca, hasta su elemento principal, el río, junto con todos los componentes que lo integran; no obstante, su comprensión se abordará desde sus conceptos básicos (Andrea Berenice Rodríguez Figueroa, 2020)

### Escalas

#### Global

Regulación climática.  
Retención, filtro y provisión de agua.  
Conservación y fortalecimiento de la biodiversidad biológica.

#### Regional

Refugio y creación de hábitats.  
Moderación del mesoclima.

#### Local

Áreas de esparcimientos naturales.  
Espacios de contemplación natural.  
Incentivo al turismo.  
Ornamentación y estética del paisaje.



## Cuenca hidrográfica: ¿qué es?

Las cuencas hidrográficas son extensiones de territorios localizados en puntos bajos o rodeados de elevaciones mayores funcionando como drenaje natural recibiendo las aguas superficiales de afluentes y dirigiéndolos a una salida común o descarga (Michelle Vásconez, 2019).

Este sistema conduce las aguas a través de ríos, valles y quebradas hasta confluir en un punto común, generalmente un cuerpo de agua de mayor tamaño y caudal. La conformación de las cuencas hidrográficas ofrece múltiples beneficios, entre ellos la generación de energía hidroeléctrica, el transporte, el riego y el abastecimiento de agua potable (Michelle Vásconez, 2019).

Panamá cuenta con aproximadamente 500 ríos distribuidos en 52 cuencas hidrográficas, cuyas aguas desembocan en las costas. Estas cuencas se clasifican según su punto de salida en cuencas del Pacífico y del Caribe.

La vertiente del Pacífico abarca 34 cuencas con cerca de 350 ríos, lo que representa el 70% del total. En contraste, la vertiente del Caribe incluye 18 cuencas y alrededor de 150 ríos, equivalentes al 30% (Autoridad Nacional de Ambiente, 2010).

Cada cuenca posee sus propias características y pueden variar en forma, tamaño y funciones, como las siguientes, que están determinados por las condiciones climáticas, geomorfológicos e hidrológicos (O'Keefe, T. C., Elliott, S. R., & Naiman, R. J., s.f).

### Funciones

#### Ambiental



Diversidad de suelos.  
Conservación de la biodiversidad.  
Sumideros de CO<sub>2</sub>



#### Ecológica

Hábitats de fauna y flora.



#### Hidrológica

Recarga de acuíferos.  
Ciclo hidrológico.  
Drenajes.



#### Socioeconómica

Brinda espacios para el desarrollo cultural y social.  
Fuente de energía.

#### Elementos de una cuenca hidrográfica

- [Ac / km<sup>2</sup>] Área de drenaje
- [P] Perímetro de cuenca
- Longitud recta de la cuenca
- [w / km] Ancho de cuenca
- Pendiente
- Divisorio de aguas
- Río principal
- Afluentes

### Parámetros que caracterizan a una cuenca hidrográfica

En relación con las cuencas, su forma y tamaño están estrechamente relacionados al comportamiento de ella y a como es el manejo de las aguas en su superficie. Para el entendimiento de los parámetros que las caracterizan, solo se mencionarán aquellos que podrán ser tratados directamente en el proyecto.

#### Relieve

Las formaciones naturales del terreno dentro de una cuenca constituyen un factor determinante en el comportamiento del escurrimiento del agua, influyendo en el tiempo de concentración, la capacidad de infiltración y la velocidad con la que el agua se desplaza hasta su punto de desembocadura (Michelle Vásconez, 2019).



#### Tipo y uso de suelo

El tipo de suelo presente en una cuenca influye directamente en su capacidad para infiltrar y percolar el agua, así como en su funcionamiento dentro del ciclo hidrológico, lo cual se refleja en la respuesta de la cuenca frente a escenarios extremos (Michelle Vásconez, 2019).

| Pendiente (%) | Condición                   |
|---------------|-----------------------------|
| 0-3           | Plano                       |
| 3-7           | Suave                       |
| 7-12          | Medianamente accidentado    |
| 12-20         | Accidentado                 |
| 20-35         | Fuertemente accidentado     |
| 35-50         | Muy fuertemente accidentada |
| 50-75         | Escarpado                   |
| 75            | Muy escarpado               |

**Tabla 06.** Clasificación de cuencas según el porcentaje de pendiente y condición de terreno.

#### Vegetación

Vinculada al uso del suelo y a las actividades que se desarrollan sobre una superficie, la cobertura boscosa dentro de una cuenca influye directamente en el comportamiento del agua al entrar en contacto con el suelo, ya que, determina las capas y barreras que una gota de agua debe atravesar para infiltrarse o escurrir superficialmente.

En suelos con vegetación rastrera y árboles maduros con sistemas radiculares bien establecidos, la escorrentía se regula, se reduce la velocidad del flujo y se favorecen los procesos de infiltración. En contraste, los suelos descubiertos o con escasa cobertura vegetal son más susceptibles a la erosión y presentan un mayor riesgo de inundaciones en periodos más cortos, debido a su mayor exposición a la escorrentía superficial (Michelle Vásconez, 2019).



## Clasificación de una **cuenca hidrográfica**

Una cuenca hidrográfica puede clasificarse de distintas maneras, ya sea en función de su tamaño, del tipo de desembocadura o de su función. Esta clasificación permite identificar las escalas de análisis aplicables y comprender el comportamiento de la cuenca de estudio de acuerdo con estos factores condicionantes.

### Según su tamaño



### Según tipo de desembocadura

**01. Endorreica:** las aguas superficiales desembocan hacia la misma cuenca, es decir, un lago o laguna propia de la cuenca (Michelle Vásconez, 2019).

**02. Exorreica:** siendo la mayoría de las cuencas en Panamá de este tipo, son las que su río principal desemboca hacia un océano u otro cuerpo de agua con salida (Michelle Vásconez, 2019).

**03. Arreico:** el agua no desemboca hacia ningún cuerpo de agua, sino que se filtra al suelo o se evapora (Michelle Vásconez, 2019).



### Según su función

**01.** Abastecimiento de agua potable (Michelle Vásconez, 2019).

**02.** Navegación (Michelle Vásconez, 2019).

**03.** Producción de energía hidroeléctrica (Michelle Vásconez, 2019)



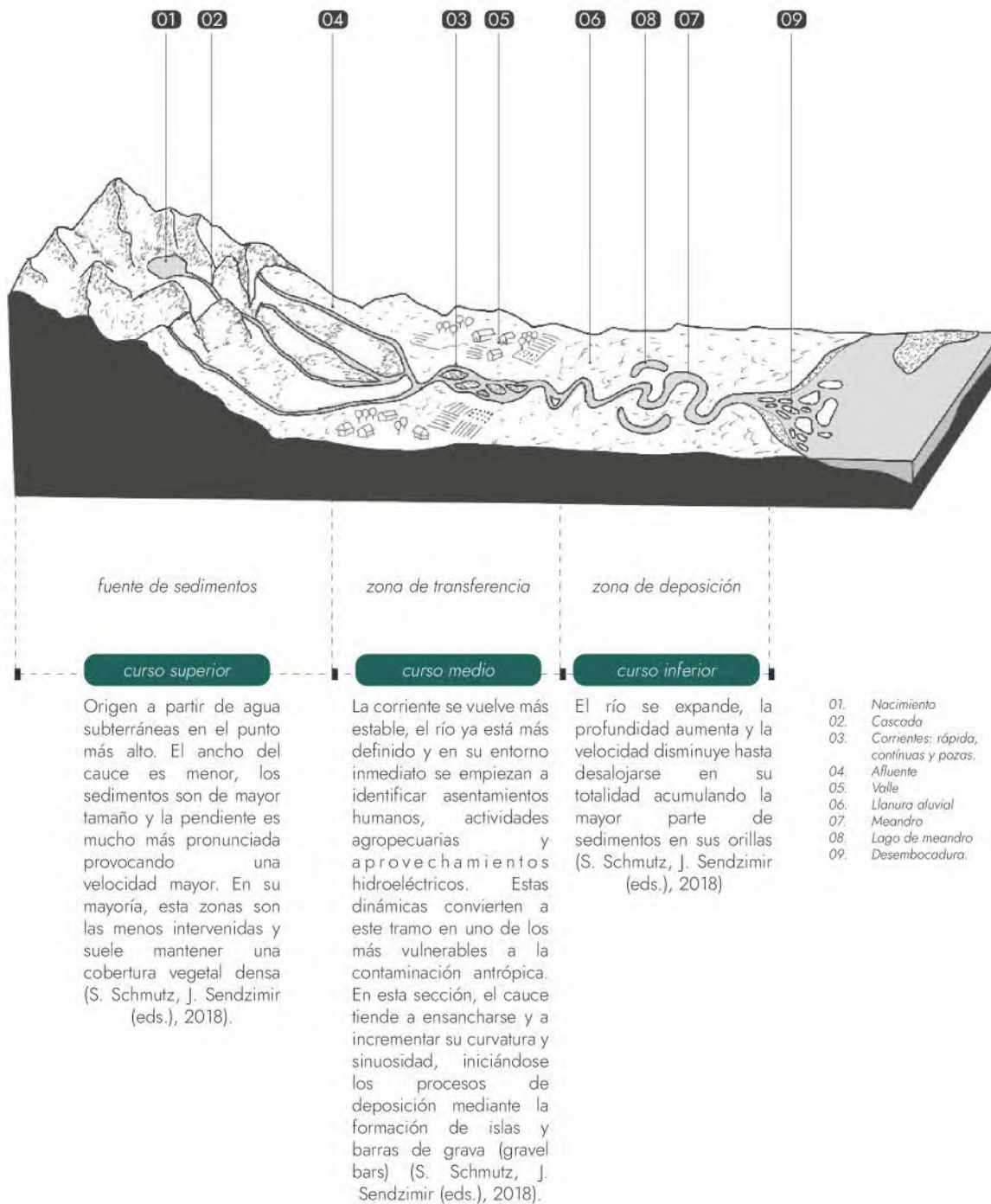


## **Ríos:** **características y elementos**

Son sistemas naturales abiertos y constituyen los principales elementos de una cuenca, están encargados de recolectar, transportar y depositar sedimentos a lo largo de su cauce, el cual recorre una determinada superficie. Sus formas, caudal, velocidad, profundidad y ancho están generalmente condicionados por el tipo de terreno, las condiciones climáticas, el entorno circundante y la región en la que se desarrollan; por lo tanto, ningún cuerpo de agua es igual a otro ni presenta un comportamiento idéntico (Hamblin, W. K., & Christiansen, E. H. , 2024).

## **Segmentos según el perfil longitudinal y los elementos que lo componen**

Un río, desde su nacimiento hasta el punto de desembocadura, presenta comportamientos diferenciados a lo largo de su recorrido longitudinal, al igual que la cuenca en su conjunto. Dichos comportamientos están condicionados por factores como la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, el tamaño de las partículas de sedimento y el tipo de uso del suelo, los cuales influyen directamente en su dinámica y morfología fluvial (Hamblin, W. K., & Christiansen, E. H. , 2024).



**Ilustración 35.** Diagrama de los tres cursos que se desarrollan a lo largo del río, desde su nacimiento en el curso superior hasta su desembocadura en el curso inferior. En él, también se identifican nueve de los elementos principales que conforman un sistema fluvial. Elaboración propia.

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*

## Ríos: etapas y tipologías

Los ríos, de igual forma, pueden clasificarse según la etapa en la que se encuentran y la temporalidad del su curso de agua:



**Ilustración 36.** Diagrama de la clasificación de los ríos según etapa y temporalidad. Elaboración propia.

### Etapas

**01. Joven:** no presenta una integración definida, son poco profundos y estrechos en valles en forma de V y con mayor velocidad (Lane, E. W., 1954).

**02. Maduro:** se desarrolla una mejor integración aún en valles en forma de V, pero con una mayor profundidad permitiendo crear llanuras fluviales y creando a la vez meandros y desapareciendo lagos, ciénagas y cascadas (Lane, E. W., 1954).

**03. Viejo:** presentan menores afluentes y las pendientes son menores, los meandros son más constantes (Lane, E. W., 1954).

### Temporalidad

**01. Perennes:** con agua durante todo el año. En época de sequía la obtienen a través del agua subterránea (Lane, E. W., 1954, pág. 3).

**02. Intermitentes:** son cuerpos de agua que aparecen en temporadas lluviosas (Lane, E. W., 1954, pág. 4).

**03. Efímeros:** responden a un tiempo específico de lluvias (Lane, E. W., 1954, pág. 4).

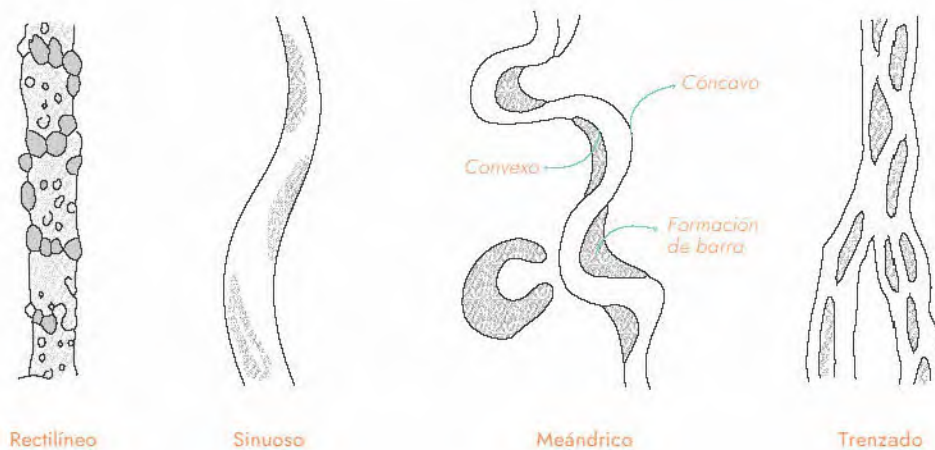


## Forma

Existen muchos estudios en hidráulica fluvial que hablan sobre la clasificación de los ríos según su forma, sin embargo, la más reconocida es la propuesta por el hidrólogo Luna B. Leopold y el geógrafo M. Gordon Wolman (Leopold, L. B., & Wolman, M. G., 1957), que se compone de la siguiente manera:

- 01. Lineales:** sin curvas, generalmente son más profundos, pero menos común.
- 02. Sinuoso:** se diferencia del meándrico en la continuidad, sucesión y pronunciación de las curvas, es la transición entre el lineal y meándrico.
- 03. Meándricos:** presentan curvas más pronunciadas y continuas que el sinuoso.
- 04. Trenzado:** se dividen en canales por islas de sedimentos ya sea de arena o grava y aunque

En el estudio de Buffington y Montgomery (2022), se evidencia cómo la forma y la profundidad de los ríos influyen en su entorno y en la manera en que interactúan con los sistemas externos. En este sentido, es válido y natural que un cauce fluvial evolucione, cambie y se transforme a lo largo del tiempo, tal como ha ocurrido con el río Misisipi, lo que pone de manifiesto su carácter dinámico, estrechamente vinculado a procesos de erosión, sedimentación e inundación.



**Ilustración 37.** Diagrama de las diferentes formas en que puede manifestarse un río según las condiciones topográficas del entorno y el comportamiento de los sedimentos en su interior. Lo que condiciona variables como la velocidad del caudal, el ancho del cauce, la profundidad y la expansión en crecidas. Elaboración propia.

## Procesos físicos: condición erosiva

En todo el recorrido longitudinal del cauce, los sedimentos se ven sometidos a distintos tipos de contacto que provocan cambios en su tamaño, yendo desde rocas de grandes tamaños, canto rodado, a gravilla para luego terminar en arena.

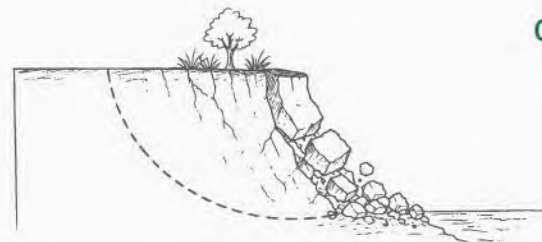
Esta variación de tamaño va a influir en la manera en la que se comporta un río en cuanto a su velocidad, ancho, profundidad y lo que desarrolle más allá de sus límites y cómo es su impacto. Ante esta condición la orillas de los ríos se ven sometidas a constante erosión en dos formas distintas.

**01.Erosión por flujo:** ocurre principalmente en las curvas externas de los meandros debido a la fuerza del agua, provocando el desgaste y desprendimiento de las orillas. La vegetación puede aumentar la estabilidad del suelo mediante sus raíces, aunque su efectividad depende de la profundidad del cauce y las características del terreno (Robert, 2003).

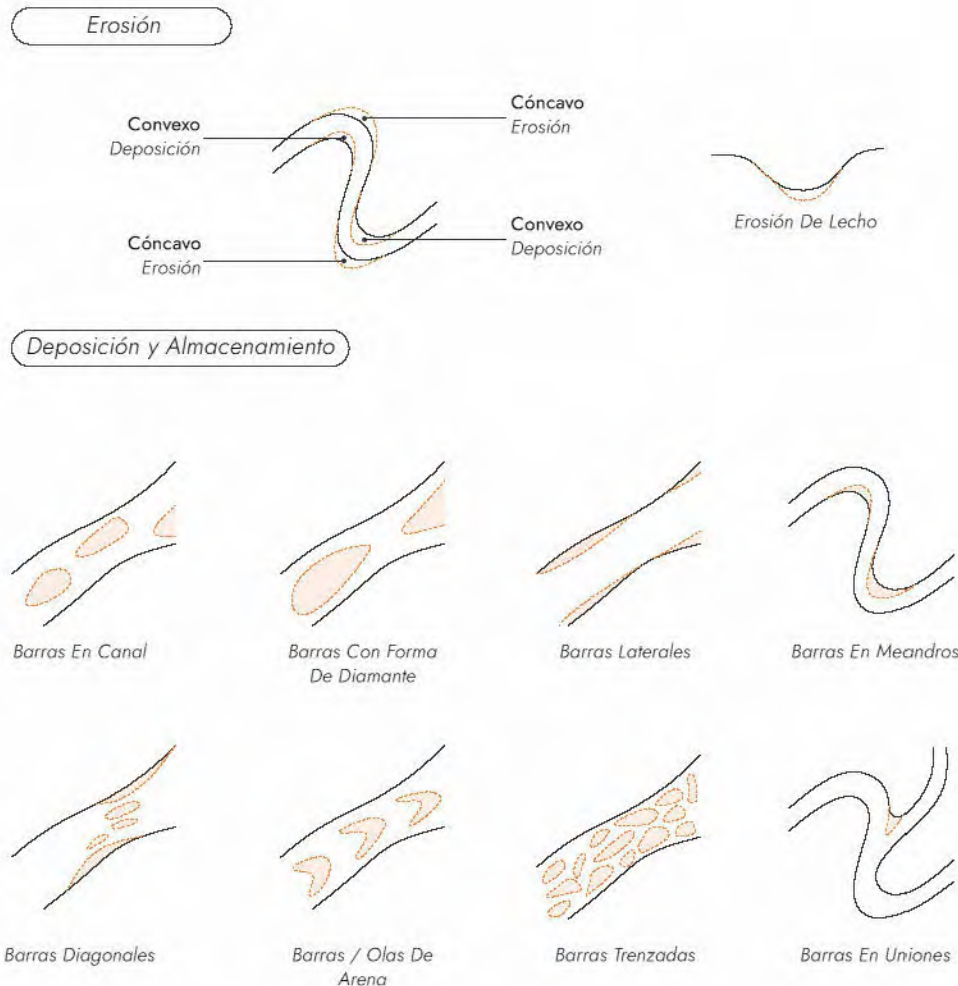
**02.Fallas de masas:** corresponden al desprendimiento de sedimentos por inestabilidad de las orillas, condicionado por las propiedades mecánicas del suelo y su capacidad de drenaje (Robert, 2003).



**Ilustración 38.** Diagrama del comportamiento de la erosión por flujo. En él, se muestra el desgaste de las orillas por el constante contacto entre los sedimentos que transporta el cauce y los márgenes laterales provocando el retroceso de los márgenes.



**Ilustración 39.** Diagrama del comportamiento de la erosión por falla de masas. El diagrama muestra el desprendimiento de las orillas como consecuencia de la inestabilidad del terreno, ocasionada por factores como las propiedades mecánicas del suelo, la ausencia de vegetación que contribuya a su estabilización y los procesos de erosión.



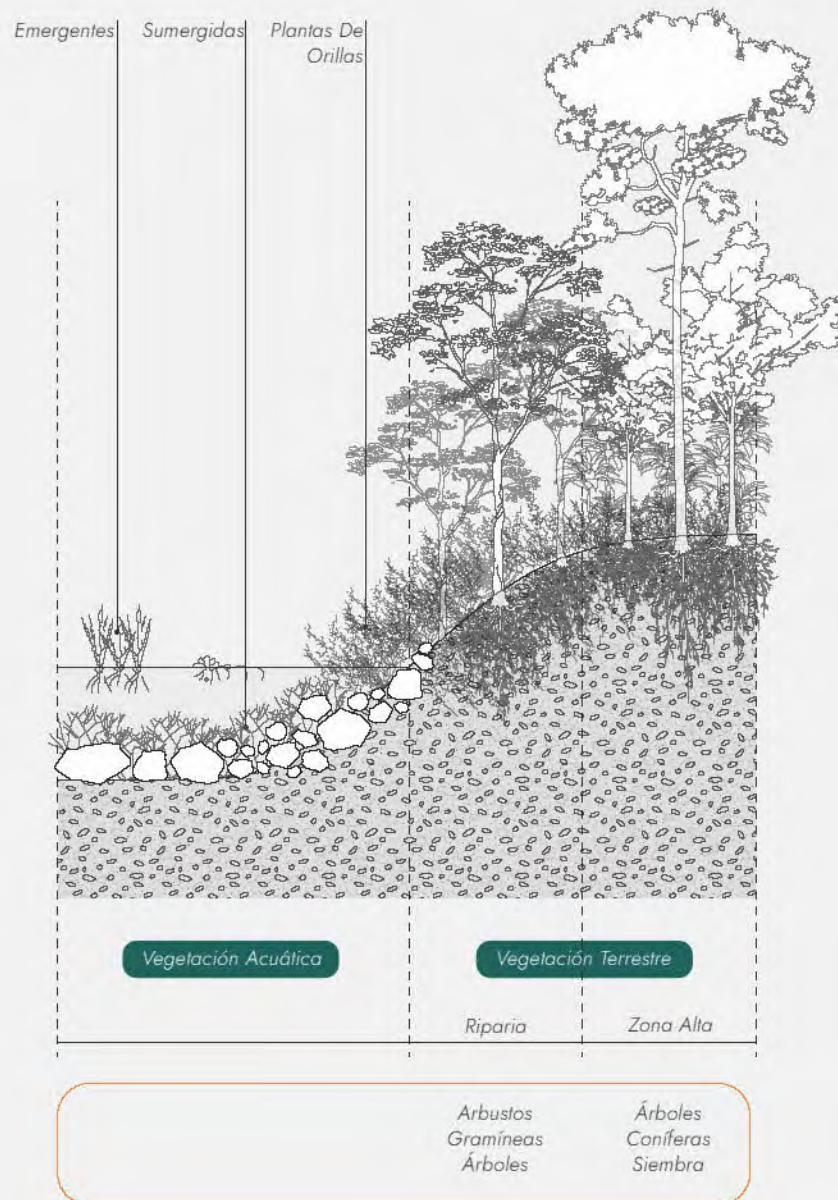
**Ilustración 40.** Diagrama de la morfología de un río. Según este, los sedimentos pueden depositarse y almacenarse dentro de un cuerpo de agua. Aunque se trata de un proceso natural que no siempre es predecible, su comprensión permite anticipar las distintas formaciones que pueden aparecer tanto en el cauce como en sus márgenes, influyendo en la morfología del entorno. Elaboración propia.

## Deposición y almacenamiento

Al igual que el ciclo hidrológico, los bancos y depósitos de sedimentos son procesos naturales que, igualmente se ven afectados por las actividades humanas. Una acelerada acumulación de ellos, también puede impactar en los ecosistemas acuáticos y en los tiempo de un río en manejar el agua de lluvia aumentando así su escorrentía (Koutalakis, 2024).

Su forma y ubicación brinda información de cómo es el comportamiento de una corriente ya sea, la forma del canal, la pendiente, el flujo, o la sección; y si bien es cierto, que todos los ríos depositan sus sedimentos en un delta o a través de un estuario, durante todo su recorrido también se van creando estas islas o depósitos donde el grano va modificando su forma y tamaño a medida que va interactuando con la superficie (Koutalakis, 2024).





**Ilustración 41.** Tipos de vegetación que se desarrollan tanto dentro como en los márgenes de un cuerpo de agua. Cada estrato cumple un papel fundamental. Por ejemplo, las especies sumergidas o acuáticas pueden contribuir a la fitorremediación, mejorando la calidad del agua, mientras que las especies ribereñas ayudan a estabilizar el suelo, reducir la erosión de las orillas y regular el flujo hídrico durante eventos de crecida. Elaboración propia.



## Vegetación ribereña o riparia



La zona riparia es la franja de transición entre el medio acuático (río) con el terrestre (orilla) con un alto valor ecológico y paisajístico (Ilustración 41). Mayormente, está cubierta por vegetación que cambia a medida que el borde se eleva. Esta área es altamente productiva y fértil por el depósito de sedimentos que deja la corriente permitiendo el reciclaje de nutrientes y movimiento del oxígeno (Granados-Sánchez, Hernández-García, & López-Ríos, 2006).

Al ser zonas que recorren los extremos de los ríos, también pueden ser conectores o “corredores” de otros bosques formando así una especie de sistema verde conectado entre sí que funciona para el desplazamiento de especies animales a través de este corredor (Granados-Sánchez, Hernández-García, & López-Ríos, 2006).

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*

**Ilustración 42.** Vegetación asociada al cuerpo de agua y su entorno inmediato a lo largo del Sendero Los Quetzales, Boquete. Autoría propia.

La vegetación propia de los bosques de ribera desempeña un papel fundamental en la mitigación de inundaciones, debido a la relación directa entre la profundidad del sistema radicular y la estabilidad del cauce del río.

Cuando las raíces alcanzan profundidades mayores que las del lecho o las orillas, contribuyen significativamente a reducir la erosión y a prevenir fallas de masa en los márgenes del cauce. En este sentido, las raíces de los árboles ribereños actúan como una barrera natural que refuerza y estabiliza las riberas del río.



**Ilustración 43.** Paisaje fluvial generado por el río Caldera en el centro de Boquete.  
Fuente propia.





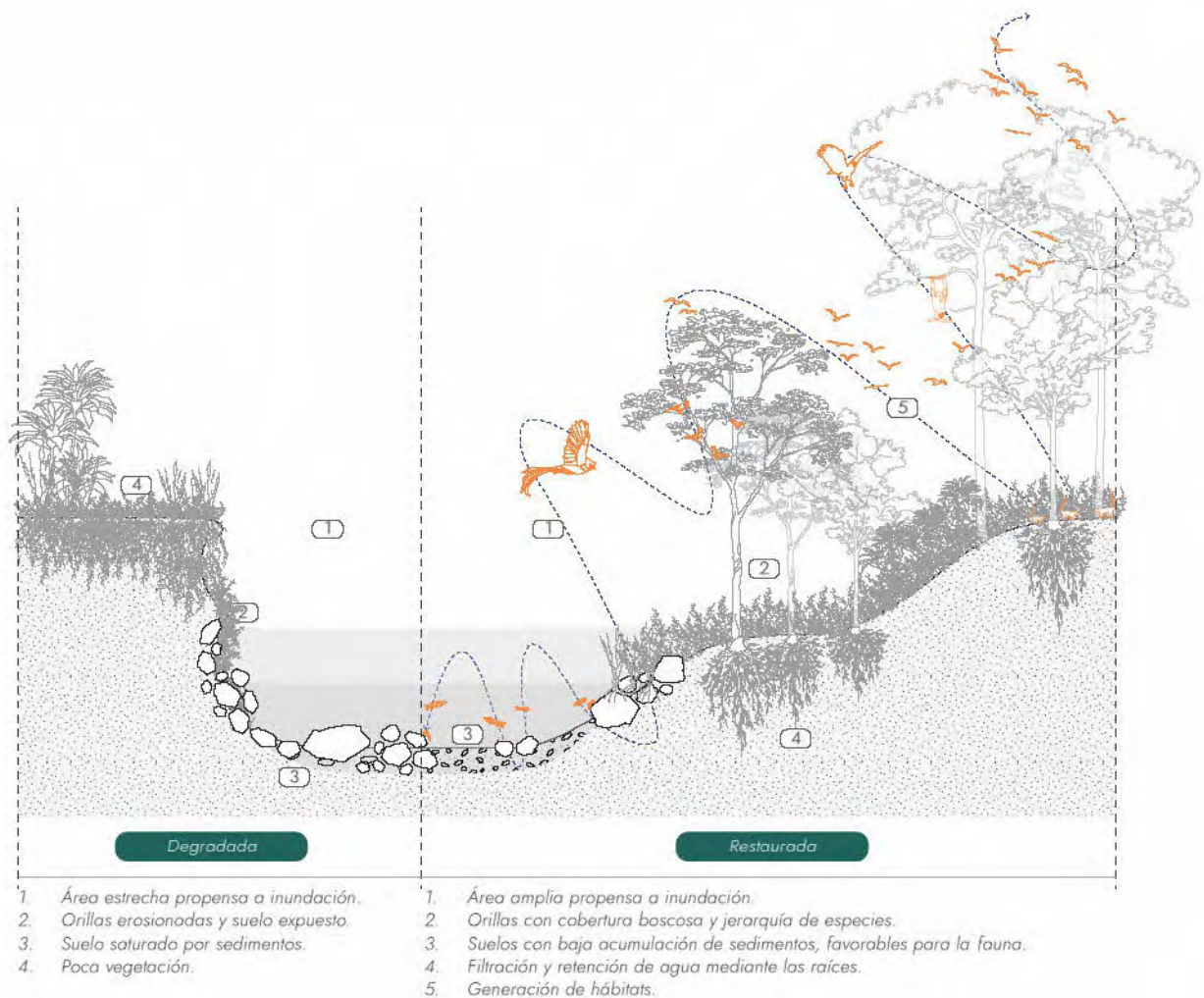
## Restauración fluvial: ¿qué es y cuál es su importancia?

La restauración fluvial es un proceso de gestión de sistemas naturales que interviene los paisajes fluviales y los componentes territoriales asociados, con el objetivo de recuperar procesos naturales, como el ciclo hidrológico, en áreas que han sido degradadas (Ojeda, 2010). Este tipo de intervención busca limitar y mitigar los impactos generados por acciones como el dragado, la construcción de represas, los muros de contención y la canalización de cauces, los cuales alteran el funcionamiento de los sistemas ecológicos (Ministerio de Ambiente, 2025).

A través de estas estrategias es posible generar cambios apoyados en los propios elementos naturales, como la incorporación de vegetación para mejorar la calidad del agua y la capacidad de infiltración del suelo, así como mediante la reconstrucción de la microtopografía o la restauración geomorfológica. Esto contribuye a aumentar la capacidad de estas áreas como sumideros de carbono, reducir el riesgo de inundaciones y favorecer la creación de hábitats más diversos tanto para la fauna local como para las comunidades aledañas (Ministerio de Ambiente, 2025).

**Ilustración 44.** Parte degradada de la quebrada Bajo Grande, la cual desemboca en el río Caldera y atraviesa los terrenos del Parque La Biblioteca.





**Ilustración 45.** Diagrama comparativo de la condición degradada y restaurada de un cuerpo de agua. La condición degradada puede observarse en gran parte de las quebradas de Boquete y partes del río donde se encuentra confinado entre muros de roca contruados a partir de los materiales extraídos durante los dragados para delimitar su cauce.

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*









**Ilustración 46.** Collage ilustrativo de los elementos más importantes y reconocidos dentro de la comunidad de Boquete.



## Caracterización del sitio de intervención. Boquete

### Aspectos geográficos

#### Localización regional, superficie, límites

Boquete se desarrolla dentro de los límites de la provincia de Chiriquí en el noroeste del territorio panameño y sus límites están definidos al norte por el distrito de Changuinola y la Comarca Ngäbe Bugle, al sur con los distritos de David y Dolega, al este con el distrito de Gualaca y al oeste con el distrito de Dolega, Boquerón y Bugaba; todos estos distritos pertenecientes a la provincia de Chiriquí.

En el mapa de la ilustración 48, se identifican sus principales corregimientos siendo estos Alto Boquete, Bajo Boquete, Caldera, Jaramillo, Los Naranjos y Palmira, siendo Bajo Boquete la cabecera del distrito desde 1911 y concentrando la mayor parte del desarrollo urbano al cuál se accede al norte de la carretera Panamericana desde el centro de David que se ubica a aproximadamente 40km del centro de Boquete.



República de Panamá



Provincia de Chiriquí. Distritos

|                |                  |
|----------------|------------------|
|                | Gualaca 01       |
| Barú 08        | Dolega 02        |
| Alanje 09      | Boquerón 03      |
| San Lorenzo 10 | Tierras Altas 04 |
| San Félix 11   | David 05         |
| Remedios 12    | Renacimiento 06  |
| Tolé 13        | Bugaba 07        |

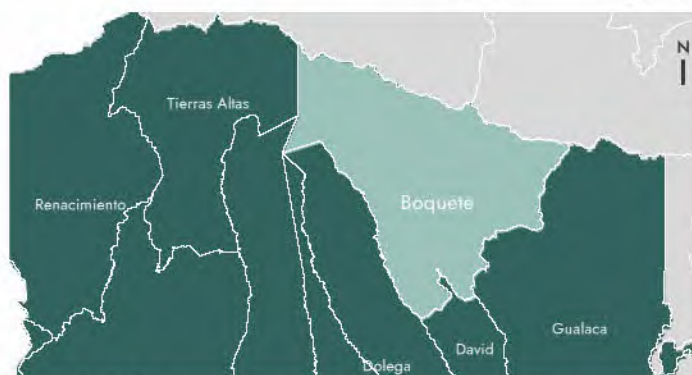


Ilustración 47. Diagramas de localización geográfica del distrito de Boquete. Sin escala. Elaboración propia.

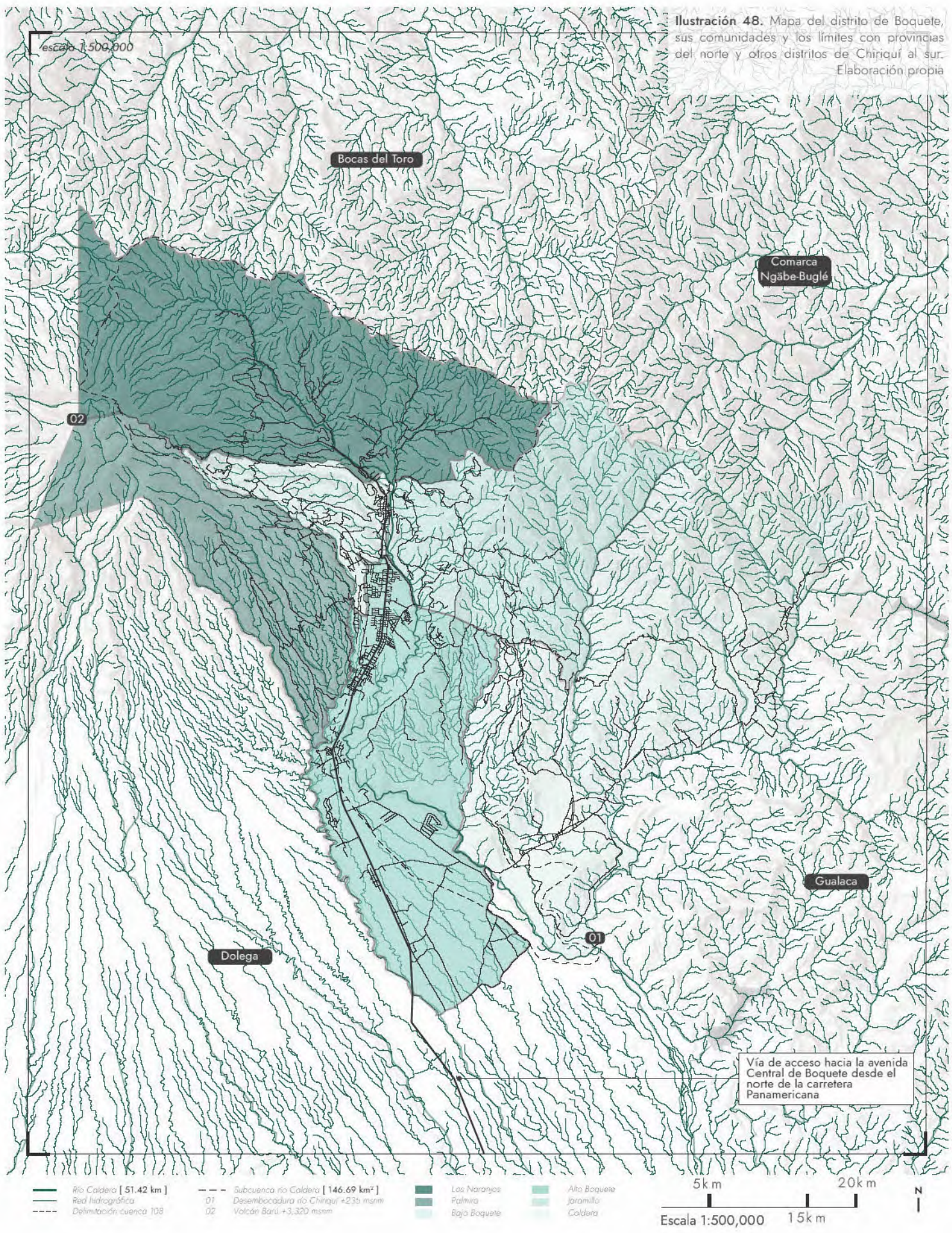
Latitud: 82°24' O  
Longitud: 8°45' N  
Superficie: 489.8 km<sup>2</sup>  
Habitantes: 23,562  
Densidad: 48.10 hab/km<sup>2</sup>

#### Límites

**Norte:** Provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Bugle.  
**Sur:** Dolega y David.  
**Este:** Gualaca.  
**Oeste:** Boquerón, Dolega, Bugaba.



**Ilustración 48.** Mapa del distrito de Boquete, sus comunidades y los límites con provincias del norte y otros distritos de Chiriquí al sur. Elaboración propia





## Contexto histórico

La inaccesibilidad del territorio debido a su carácter montañoso condicionó que los primeros pobladores se asentaran en zonas periféricas como Gualaca, Dolega y la comarca Ngäbe-Buglé. Desde allí, en 1900, abrieron paso entre los bosques hasta establecerse en las tierras de Boquete, aprovechando su potencial productivo para iniciar su explotación. (Pinzón Sánchez, 2006).

En sus inicios, Boquete carecía de organización de servicios e infraestructura, con sistemas de comunicación y transporte rudimentarios que respondían a una economía local básica. A partir de mediados del siglo XX, tras la Segunda Guerra Mundial, la llegada de extranjeros e inversiones transformó la región al posicionarla como un destino turístico, especialmente para europeos occidentales y norteamericanos. Esto impulsó el turismo residencial y aceleró su desarrollo, influyendo en el mercado, las actividades sociales y la arquitectura.

Como resultado, surgieron avances significativos como calles pavimentadas, la incorporación del automóvil y la construcción de hoteles, restaurantes, centros de entretenimiento y residencias de alto nivel, configurando un nuevo paisaje cultural en Boquete. (Pinzón Sánchez, 2006).

Las residencias que antes eran de quincha (mezcla entre barro y paja) empezaban a ser reemplazadas por construcciones de madera

y tejas; y con la llegada de nuevos servicios los ríos ya no eran usados para fregar, ni lavar ni bañarse sino como un complemento del paisaje (Pinzón Sánchez, 2006).

**Ilustración 49.** Exposición de productos durante la Feria del Café y Las Flores. Fuente: Boquete, su fundación y desarrollo 1911–1975 (1975), Imprenta Central, David, Chiriquí.

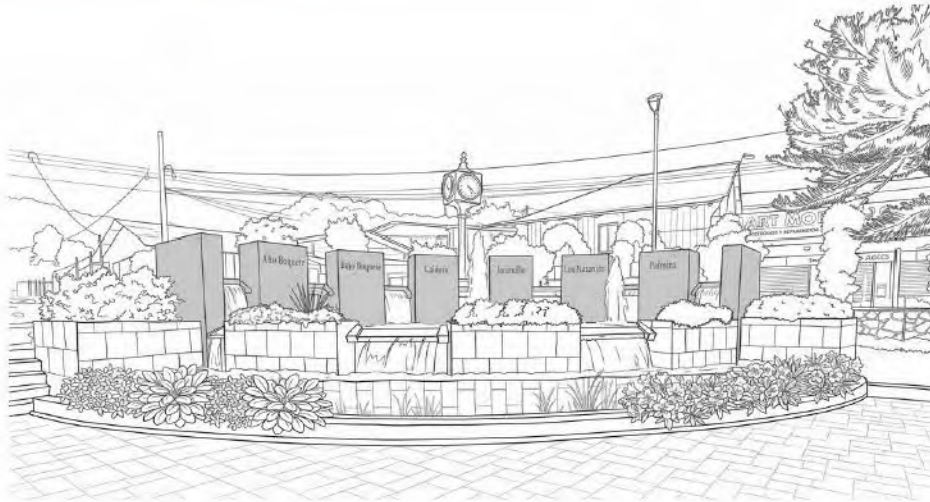


**Ilustración 50.** Imagen de la avenida Central de Boquete en 1944. Fuente: Boquete: su fundación y desarrollo 1911–1975 (1975), Imprenta Central, David, Chiriquí.





## Consolidación de comunidades



**Ilustración 51.** Monumento de las comunidades de Boquete en el Parque Domingo Médica en el centro de Bajo Boquete. Elaboración propia.

Dentro del distrito de Boquete, desde su fundación en 1911 mediante la Ley 20 del 17 de enero de ese mismo año, la cabecera distrital se estableció en la comunidad de El Lino debido a que presentaba una mayor concentración de población y desarrollo. Para entonces, el territorio se encontraba organizado en comunidades que desde 1907 estaban conformadas por distintos caseríos, cuyos habitantes provenían principalmente de distritos cercanos y migraron a estas tierras atraídos por su alta fertilidad y productividad (Pinzón Sánchez, 2006).

Años más tarde, la cabecera distrital se trasladó a la comunidad de Bajo Boquete, conforme a lo establecido en la Ley 103 de 1941. Para mediados del siglo XX, esta comunidad ya concentraba una importante actividad comercial y contaba con servicios de telecomunicación, calles pavimentadas, electricidad y otras infraestructuras que favorecieron su desarrollo y consolidación como centro urbano del distrito (Pinzón Sánchez, 2006).

Cada una de estas comunidades fue consolidándose progresivamente hasta conformar los corregimientos que hoy integran el distrito, entre ellos Alto Boquete, Bajo Boquete, Caldera, Los Naranjos, Jaramillo y Palmira. Cada uno se caracteriza por su ubicación geográfica y sus actividades productivas predominantes, aspectos que pueden observarse en la Ilustración 52. (Pinzón Sánchez, 2006).

#### ALTO BOQUETE



Se segrega de la capital mediante la **Ley 58 del 29 de junio de 1998**. Su comunidad más antigua es Mata Francés compuesta por residentes provenientes de Dolega y Gualaca.

Se asentaron en las llanuras aluviales del río Cochea por su alta fertilidad. **Producción:** papa, cebolla, pimentón dulce, café y repollo.

#### BAJO BOQUETE



Sectores como Volcancito desde la época de la unión con Colombia servían de pasto para el ganado.

Los Bosques de la comunidad de **El Salto** fueron usado para la producción de madera.

Esto refleja que la tradición **productiva** y **ganadera** siempre ha existido y con métodos tradicionales el paisaje se ha visto degradado.

#### CALDERA



Muchas de las comunidades de Caldera reciben su nombre por árboles existentes como: el **Jobo** (*Spondias purpurea*), **Copé** (*Clusia minor*, *Clusia rosea*), Los **algarrobos**, (*Hymenaea courbaril* L.).

**Producción:** arroz, maíz, granos, café, ganado vacuno.

Aunque inicialmente su topografía impedía el desarrollo y los lotes se vendían por hasta 15 centavos, hoy alcanzan altos superiores, superando los 100 dólares por m<sup>2</sup>.

#### JARAMILLO



Se convierte en una de las seis comunidades de Boquete por la **Ley 58 del 29 de junio de 1998**.

Jaramillo Arriba se consideraba una de las zonas más impenetrable por su cobertura boscosa, pese a ello, habitantes de Dolega decidieron aprovechar su fertilidad.

**Producción:** café, tomate, pimienta, repollo, cebolla, papá, lechuga, miel de caña.

#### LOS NARANJOS



**Los Ladrillos** recibe su nombre por las formaciones rocosas de forma hexagonales que se encuentran en la zona.

Es de las zonas más altas del distrito por lo que es de las más productivas.

**Producción:** café, cebolla, brócoli, repollo, lechuga, zanahoria, papa, fresas, naranjilla y remolacha.

#### PALMIRA



Tiene una comunidad antigua y sus zonas eran usadas por los indios Dorases como espacios de descanso durante sus trayectos.

Junto con Los Naranjos, es la zona más alta siendo parte de las faldas del Volcán Barú.

**Producción:** café, tomate, cebolla, miel de caña, vacas lecheras.

**Ilustración 52.** Corregimientos de Boquete y sus características.

Boquete se consolida a partir de seis comunidades que aportan al territorio una diversidad de paisajes productivos. Cada una responde a sus condiciones de ubicación y altitud, factores que determinan tanto el tipo de producción como las características que las distinguen. Asimismo, estas comunidades poseen historias de fundación particulares, marcadas por el origen de sus primeros pobladores provenientes de distintas zonas periféricas.

*Diseño del paisaje como sistema de retención:*

*Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*



## Caracterización del sitio de intervención. Boquete

### Componentes de su entorno territorial, ecológico y ambiental

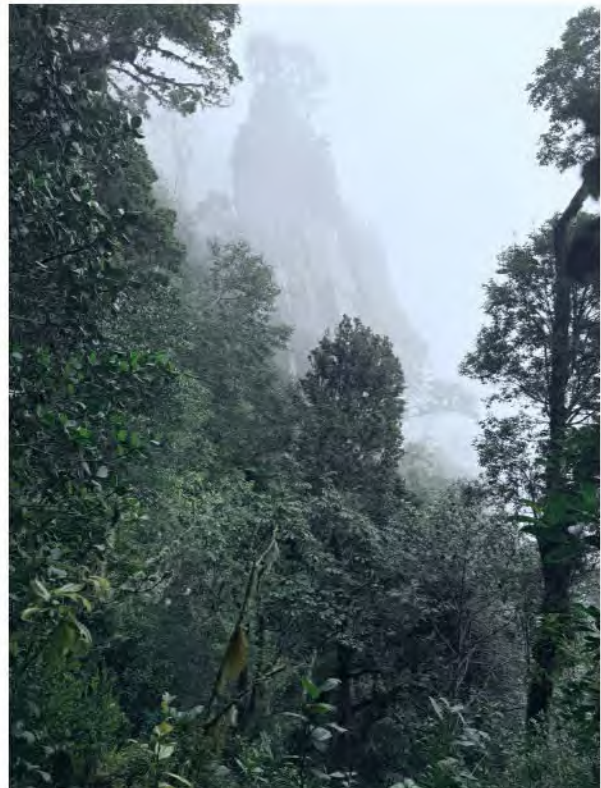
#### Relieve y cobertura boscosa

Boquete presenta importantes variaciones altitudinales dentro de sus límites territoriales, determinadas principalmente por la presencia del Volcán Barú, cuya elevación supera los 3,000 msnm. En contraste, las zonas de menor altitud se sitúan alrededor de los 1,268 msnm, generando una diferencia aproximada de 1,732 metros entre los puntos más altos y bajos del distrito (Araúz, 2021).

El distrito de Boquete se ubica estratégicamente entre importantes áreas protegidas de alta riqueza ecológica y biodiversidad, como el Parque Nacional Volcán Barú, el Parque Nacional La Amistad y el Bosque Protector Palo Seco. Esta condición lo convierte en un territorio articulador entre ecosistemas, favoreciendo la conectividad ecológica y el intercambio de especies, procesos de los cuales, también se beneficia el entorno natural de Boquete (Autoridad Nacional de Ambiente, 2010, pág. 67).

### Suelos

Debido a la presencia de un tipo de relieve como el Volcán Barú, los suelos del distrito presentan una alta capacidad agrológica debido a su origen volcánico y al aporte



**Ilustración 53.** Fotografía del punto más alto del sendero Los Quetzales. Se observa la condición climática y boscosa de la zona de mayor altitud.

de nutrientes provenientes de los cuerpos hidrográficos lo que provoca un alto porcentaje de zonas de cultivo, pero también, una alta biodiversidad de flora y fauna.

Según el Atlas Ambiental de Panamá (2010), elaborado por el Ministerio de Ambiente, la provincia de Chiriquí posee una de las mayores superficies con vocación agrícola del país. En el caso específico del distrito de Boquete, predominan cuatro clasificaciones en cuando a clases de suelos.

Clasificación de suelo agrícola del Distrito de Boquete:

### CLASE II

Tierras arables con algunas limitaciones para la selección de cultivos, que requieren prácticas moderadas de conservación.

### CLASE IV

Tierras arables con limitaciones muy severas para la selección de cultivos, que demandan un manejo y conservación cuidadosos.

### CLASE VI

Tierras no arables con limitaciones severas, aptas principalmente para actividades forestales, pastoreo y áreas de reserva.

### CLASE VII

Tierras no arables con limitaciones muy severas, adecuadas para uso forestal, pastos y conservación de recursos naturales.

En términos generales, las clases **II** y **IV** corresponden a suelos con vocación agrícola, mientras que las clases **IV** y **VII** presentan una vocación predominantemente forestal y de conservación, condicionada por las limitaciones físicas del terreno.

## Clima

Según la clasificación climática de Köppen-Geiger, que relaciona el clima con la temperatura, la precipitación y la vegetación característica de cada área, Boquete presenta un **clima templado muy húmedo (Cf)** característico de zona montañosa con temperatura entre los 15 °C hasta los 28 °C, con una marcada estación lluviosa entre los meses de mayo y noviembre. Su precipitación media anual alcanza los 3,466 mm, mientras que la escorrentía promedio es de 2,433 mm al año (Espinosa-Vega et. al., 2017) y la temperatura media anual de 20.9 °C (Araúz, 2021).

Estas condiciones climáticas, en conjunto con las formaciones físicas del territorio, convierten a los recursos hídricos en elementos de gran relevancia, al ser fuentes de alimento, generación de energía, consumo humano y hábitat para numerosas especies.

En la zona central del distrito, donde se concentra la mayor parte de la población y del desarrollo urbano, predomina el **clima oceánico de montaña según la clasificación de McKay**. Este tipo de clima se caracteriza por presentar temperaturas frescas, altos niveles de precipitación a lo largo del año y la ausencia de una estación seca definida (Autoridad Nacional de Ambiente, 2010).



Zonas de vida

Según la clasificación de Holdridge “zonas de vida”, que relaciona factores como la temperatura, latitud, longitud y altitud de una región, Boquete comprende cuatro de las 12 clasificaciones que se encuentran en Panamá, siendo estas el **bosque muy húmedo**, **bosque pluvial montano bajo**, **bosque pluvial premontano**, teniendo estos una relación muy directa con las características del sitio montañoso.

Biodiversidad

Boquete destaca por su rica biodiversidad, visible en la variedad de flora, aves y procesos como la polinización. El avistamiento de aves es una de sus principales actividades turísticas, atrayendo tanto a visitantes nacionales como internacionales. Entre sus atractivos más relevantes se encuentra el Sendero del Quetzal, que permite explorar bosques nubosos y observar especies emblemáticas como el **quetzal** (*Pharomachrus mocinno*).

Como evidenciade la alta biodiversidad presente en la zona, la plataforma iNaturalist, utilizada tanto por entusiastas como por profesionales para el registro de observaciones de flora y fauna, reporta que únicamente en el área de “Boquete” se han realizado 27,620 observaciones correspondientes a 4,426 especies.

Entre los grupos más representativos destacan las aves, así como mamíferos como el coatí (*Nasua narica*) y monos aulladores (*Alouatta palliata*). Asimismo, se registran numerosas especies vegetales características de la región, entre ellas diversas variedades de orquídeas como *Phragmipedium longifolium*, el lirio de paz (*Spathiphyllum wallisii*) y el palo mulato (*Bursera Simarouba*) y otras especies de árboles maderables como cerezo, madroño y otros frutales como naranjas limón y guineo, entre muchas otras que se adaptan al clima de Boquete y aprovecha su gran fertilidad para su crecimiento (Araúz, 2021).

| Pendiente (%)                    | Condición                                                                                              |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bosque muy húmedo</b>         | Mayor cantidad de especies arbóreas, arbustivas, leñosas, epifitas, lianas, sotobosques y cubresuelos. |
| Bosque pluvial montano bajo      | La densidad del sotobosque es mucho mayor en compasión a otras.                                        |
| <b>Bosque pluvial premontano</b> | Especies propias de tierras de gran altitud.                                                           |
| Bosque pluvial montano           | Alturas de 30-40 metros con troncos rectos.                                                            |

**Tabla 07.** Cuadro elaborado a partir de la publicación web “Los bosques de Panamá por zonas de vida.” (Biota Panamá. Centro de Estudios de Recursos Bióticos, Universidad de Panamá., 2008). Mediante una adecuada selección de especies acorde con la zona de vida y sus condiciones climáticas, la propuesta logrará una mejor adaptación al entorno, contribuyendo al fortalecimiento de la fauna local.

**Caracterización del sitio de intervención. Boquete**  
**Dimensiones sociales, económicas y demográficas.**  
**Población**

Según los últimos datos del Instituto de Estadística y Censo, Boquete cuenta actualmente con una superficie de 489.8 km<sup>2</sup> y, en los últimos 13 años, ha experimentado un crecimiento poblacional del 10.26%, alcanzando una densidad de 43.63 Hab/km<sup>2</sup> como se muestra en la Tabla 8 y Gráfico 01 representando un 5% a nivel provincial. (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2023).

Según el censo de 2023, del total de la población registrados en el mismo año, 11,921 corresponderían a hombres y 11,641 a mujeres, lo que refleja una distribución demográfica relativamente equilibrada entre ambos sexos como se muestra en el gráfico 02. Asimismo, las estimaciones indican que la mayor concentración de población

se encuentra en los corregimientos de Alto Boquete, con 8,111 habitantes, y Bajo Boquete (cabecera distrital), con 4,203 habitantes. Asimismo, parte de su población con 27% corresponde a grupos indígenas específicamente del grupo Ngäbe.

Bajo la proyección del Instituto de Estadística y Censo, para ambos sexos, la población del distrito se caracteriza por ser predominantemente joven y encontrarse en etapas de desarrollo y crecimiento. El grupo etario con mayor representación corresponde a la población entre 0 y 9 años, seguido por los rangos de 10 a 34 años y de 35 a 49 años. Finalmente, la menor proporción corresponde a los adultos mayores de 50 años y más, teniendo una mediana de edad distrital de 33 años (ver Gráfico 03).

| Boquete |        |             |                | 489.9 km <sup>2</sup> |
|---------|--------|-------------|----------------|-----------------------|
| Año     | Hab.   | Crecimiento | Porcentaje (%) | Densidad              |
| 2000    | 16,943 | -           | -              | 34.59                 |
| 2010    | 21,370 | 4,427       | 26.13%         | 43.63                 |
| 2023    | 23,562 | 2,192       | 10.26%         | 48.11                 |

en [ 23 años ]      **39%**

**Tabla 08.** Datos demográficos del distrito de Boquete evidencian un crecimiento acumulado del 39 % en los últimos 23 años. Sin embargo, el mayor porcentaje de crecimiento se registró entre los años 2000 y 2010, con un incremento del 26.13 %, reflejando una mayor presión sobre el territorio y sus recursos, influenciada principalmente por procesos migratorios y el desarrollo del turismo residencial. Posteriormente, entre 2010 y 2023, este crecimiento disminuyó a un 10.26 %, evidenciando una dinámica de expansión más moderada.

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*



## Economía

Crecimiento poblacional

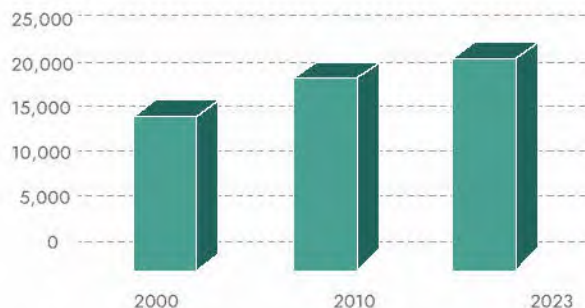


Gráfico 01. Crecimiento poblacional del distrito de Boquete hasta 2023.

Población por género

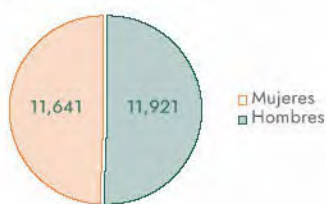


Gráfico 02. Población según género en Boquete hasta el año 2023.

Población por grupo etario

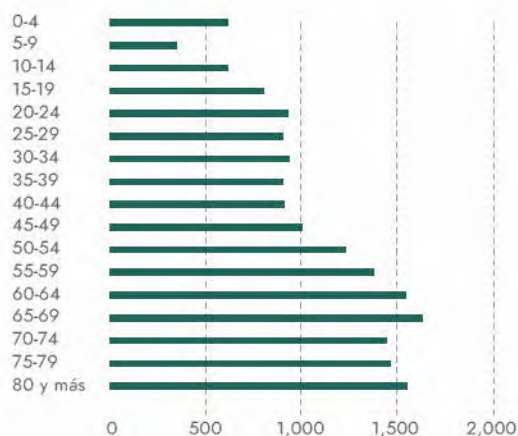


Gráfico 03. Distribución etaria en Boquete según censo 2023.

En términos de su economía, desde su fundación las actividades primarias han sido la esencia de esta región junto con el turismo en sus atractivos paisajes. Chiriquí se cataloga como la primera potencia agrícola del país y de sus suelos con mayor capacidad agrológica son los de la falda del Volcán Barú, mismos que se pueden encontrar en parte de Boquete distinguiendo su capacidad agrícola.

La agricultura del distrito de Boquete se enfoca principalmente en los cultivos del café, legumbres, cítricos y flores destacando sus orquídeas, por otro lado en las actividades correspondientes al ganado, también la provincia toma la ventaja.

A partir del último censo, se identificó que 2,109 integrantes de la población se dedican a actividades agropecuarias, mientras que, 10,337 están dentro de los no económicamente activos resultando un porcentaje de 43.87% al tiempo que, la económicamente activa corresponde a un 56.13%.

Según el estudio para el Plan Local de Ordenamiento Territorial de Boquete, el ingreso per cápita en el distrito es de B/.120 con un promedio de B/.366 mientras que el ingreso promedio por hogar haciendo a los B/.1,115 considerando 3.1 personas por vivienda.

## Servicios y equipamientos públicos

### Salud

En el ámbito de la salud, el distrito cuenta con cuatro instalaciones sanitarias distribuidas en los corregimientos de Bajo Boquete, Caldera y Palmira. Entre ellas destaca la Policlínica Dr. Ernesto Pérez Balladares, ubicada en el centro de Bajo Boquete, la cual, junto con otros centros de atención médica del distrito, ofrece servicios de medicina general, maternidad, obstetricia y odontología, contribuyendo a la cobertura de las necesidades básicas de salud de la población (Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, 2023).

### Educación

En materia educativa, el distrito cuenta con 19 centros educativos que, para el año 2018, registraron una matrícula total de 3,790 estudiantes. De estas instituciones, 11 ofrecen educación preescolar, 17 brindan educación primaria y 5 imparten educación premedia y media, reflejando una cobertura educativa que abarca los principales niveles de formación académica (Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, 2023).

**Ilustración 56.** Fotografía del Colegio Pío XII ubicado en la avenida Central en Bajo Boquete colindante a su vez con la Parroquia San Juan Bautista.

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*



**Ilustración 54.** Fotografía de una finca cafetera en las zonas altas de Boquete.

Una de las principales actividades económicas de la región es: la producción de café para su comercialización tanto a nivel local como internacional. Asimismo, estas fincas impulsan el turismo mediante la difusión de la historia del café y sus procesos de cultivo y producción. Autoría propia.



**Ilustración 55.** Fotografía de la Policlínica Dr. Ernesto Pérez Balladares, ubicada en el centro de Bajo Boquete. Fuente: Caja del Seguro Social.





## Configuración urbana

De acuerdo con lo establecido en el artículo 62 de la Ley N.º 66 del 29 de octubre de 2015 enfocada en la descentración, el distrito de Boquete se clasifica dentro de la categoría de **distrito semiurbano**, al contar con una población comprendida entre 6,001 y 40,000 habitantes. Si bien el distrito no dispone actualmente de un plan de ordenamiento territorial aprobado, se han desarrollado diversos estudios orientados a la planificación y gestión del territorio. Entre ellos destaca el Plan Local de Ordenamiento Territorial de Boquete, elaborado en 2023 por el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVOT), el cual presenta lineamientos y propuestas para orientar el desarrollo urbano y territorial del distrito.

**Ilustración 57.** Imagen aérea extraída desde Google Earth del corregimiento de Bajo Boquete, mismo que presenta mayor desarrollo vial y población.

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*



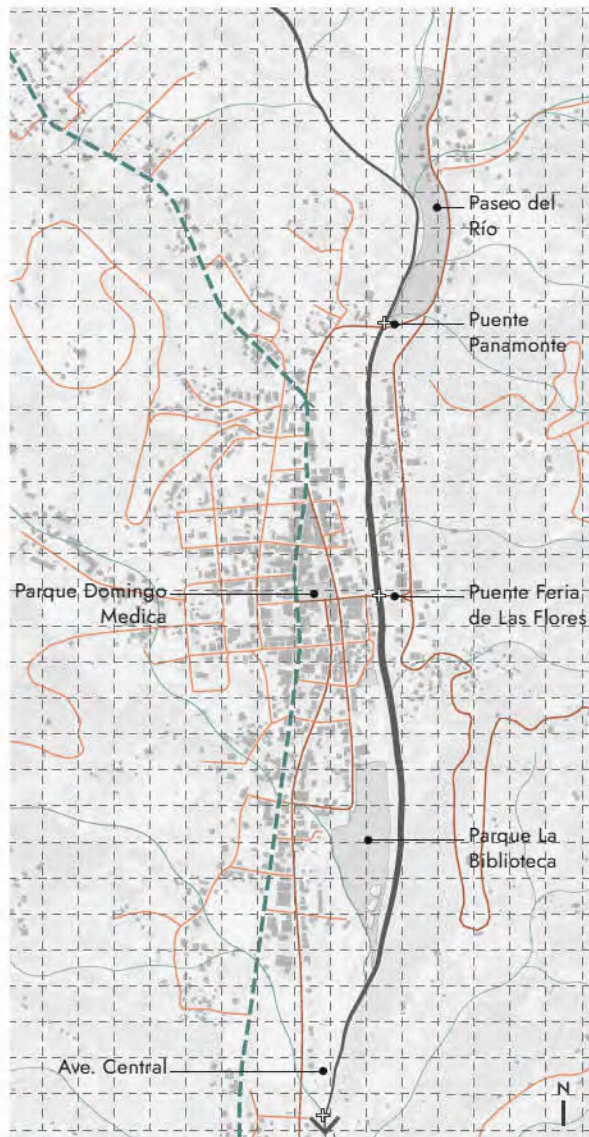
Ave. Central

Río Caldera

N  
|

Sin escala





**Ilustración 58.** Mapa del área central de Bajo Boquete donde se observa el recorrido del río Caldera y en forma paralela, la avenida Central que conecta las comunidades del distrito

Sin escala

## Red vial y transporte

La red vial del distrito se encuentra jerarquizada en torno a la carretera Boquete—David, principal eje de conexión regional. Al ingresar al corregimiento de Bajo Boquete, esta vía se transforma en la Avenida Central, desde la cual se desprenden diversas vías secundarias, como la avenida Buenos Aires, que conecta con la comunidad de Los Naranjos.

Complementariamente, existe una red de caminos locales e informales que facilitan el acceso a fincas privadas y áreas de cultivo localizadas en zonas de mayor altitud.

Este entramado vial ha favorecido la integración de distintos sistemas de transporte, permitiendo la comunicación tanto con el distrito de David como entre los diferentes corregimientos de Boquete.

Entre las modalidades de transporte disponibles se encuentran el servicio de transporte colectivo hacia David mediante rutas interurbanas, rutas locales que operan dentro del centro de Boquete y servicios de transporte selectivo, tales como taxis y plataformas de transporte privado (Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, 2023).

## Fábrica urbana

Las comunidades más pobladas como Bajo Boquete y Alto Boquete se desarrollan en torno al eje de la carretera Boquete — David que sirve como la avenida Central que conecta todas su comunidades.

En cuanto a su traza urbana, es irregular y varían en tamaño y formas adaptándose al desarrollo vial.



## Alcantarillado y drenaje pluvial

El sistema de saneamiento del distrito se basa principalmente en el uso de tanques sépticos, a los cuales se encuentra conectado el 70.35 % de las viviendas. Por su parte, el 26.10 % de los hogares utiliza letrinas, mientras que, únicamente el 1.54 % cuenta con conexión a una red de alcantarillado sanitario (Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, 2023).

En cuanto al drenaje pluvial, el distrito no dispone de una red exclusiva para la conducción de aguas de lluvia. En el corregimiento de Bajo Boquete, parte de estas aguas son manejadas mediante infraestructura compartida con el sistema sanitario, mientras que otra porción de la escorrentía superficial es canalizada a través de cunetas hacia los principales cuerpos de agua de la zona (Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, 2023).

**Ilustración 59.** Diagrama de característica de la subcuenca.  
Elaboración propia.



*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*

## La subcuenca del río Caldera Características y elementos

La subcuenca del río Caldera recorre la mayoría de la superficie del distrito de Boquete y su importancia radica en su capacidad para la producción de electricidad y consumo local. Su recorrido es de aproximadamente 51.42 kilómetros y ocupa un área de 146.69 km<sup>2</sup> siendo el que mayor recorre parte del distrito.

En cuanto a su **relieve y pendientes**, la subcuenca del río Caldera inicia desde el punto más alto de más de 3,000 msnm desembocando en 235msnm recorriendo una distancia de 51.42 km resultando en una pendiente de 6.71% correspondiendo a un terreno medianamente accidentado.

### Tamaño, desembocadura y uso

Según el área de la subcuenca del río Caldera, se considera una **cuenca pequeña** con un área de drenaje de 146.69 km<sup>2</sup> con desembocadura **exorreica** en el río Chiriquí, río principal de la cuenca 108. Entre sus usos destaca como fuente principal de la hidroeléctrica La Estrella a través de la bocatoma que se encuentre en el cauce.







## El río Caldera: morfología del cauce

Al calcular la sinuosidad del río, considerando una longitud de cauce de 51.42 km y una longitud recta del valle de 30.2 km, se obtiene un valor de 1.70. Este resultado lo sitúa dentro de la categoría de cauce sinuoso, cercano a condiciones meándricas. A lo largo del tramo analizado, el río mantiene una sinuosidad variable, con sectores más y menos marcados; sin embargo, las condiciones más sinuosas o meándricas se presentan en las zonas próximas a la desembocadura, donde predominan sedimentos de menor tamaño y una llanura aluvial más amplia. En contraste, en la mayor parte de su recorrido, desde su nacimiento hasta su paso por áreas más desarrolladas, el comportamiento del río es predominantemente sinuoso.

### Evolución del cauce

Así como el río ha experimentado transformaciones en su morfología, también ha cambiado la percepción social sobre este a lo largo del tiempo, influyendo en la manera en que las actividades humanas se relacionan con su presencia y en las intervenciones desarrolladas sobre su entorno, dando lugar a seis escenarios distintos que reflejan la evolución de la conexión y la relación de la sociedad con el río hasta la actualidad.

**Ilustración 60.** Fotografía del río Caldera cercano al terreno de la Feria del Café y Las Flores.

El río Caldera presenta a lo largo de su recorrido dos condiciones geomorfológicas identificables: en su curso superior predominan características de un río joven, como pendientes pronunciadas, baja profundidad, cauce poco definido y sedimentos de gran tamaño; mientras que, a medida que desciende, su cauce se define en forma y profundidad, dando lugar a la formación de llanuras aluviales más extensas y la presencia de meandros. En cuanto a su temporalidad, se trata de un río perenne, con flujo constante durante todo el año y un aumento significativo en la temporada lluviosa; asimismo, junto con sus quebradas asociadas, constituye un elemento distintivo del paisaje en Boquete y un eje clave para el desarrollo local, a pesar de los riesgos hidrológicos que puede representar. Autoría propia.

[ 1900 ]

### Río como *eje de Vida*

Desde las periferias, las comunidades, pese a las dificultades de acceso a las tierras de Boquete debido a su densa cobertura boscosa, reconocían la riqueza del territorio por los beneficios asociados a la presencia del río en sus alrededores. Este se consolidó como un eje fundamental para el asentamiento de comunidades y el desarrollo de actividades productivas, convirtiéndose en un territorio sostenible para el desarrollo social y humano.

**Ilustración 61.** Avenida Central de Boquete 1944.  
Fuente: (Editorial David, 1975)



[ 1950 ]

### Río como *atractivo turístico*

Tras la inauguración de la Feria de las Flores y el Café, la presencia y el atractivo del río se intensificaron, consolidándose como un elemento complementario a este evento. Gracias a su caudal y velocidad, el río ha propiciado la práctica de actividades recreativas y deportivas como el *tubing* y el *rafting*. Además, el sonido natural de sus aguas aporta una sensación de tranquilidad y bienestar a los espacios ubicados en sus cercanías.

**Ilustración 62.** Exposición de productos, Feria de Las Flores y Café.  
Fuente: (Editorial David, 1975)



[ 1979 ]

### Río como *recurso local*

Las aguas del río Caldera son fundamentales para el funcionamiento de la hidroeléctrica La Estrella, mediante la derivación de su caudal hacia las instalaciones ubicadas en el corregimiento de Caldera. Su aprovechamiento permite el suministro de energía eléctrica para las comunidades del distrito de Boquete.

**Ilustración 63.** Bocatoma para desvío de caudal, hidroeléctrica La Estrella.  
Autoría propia.



*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*



[ 2008,2010,2011 ]

Río como *amenaza*

Entre los eventos más devastadores para Boquete se registran tres episodios ocurridos en distintos años, los cuales dejaron grandes pérdidas económicas, severas afectaciones en infraestructura y más de 10,000 damnificados, como consecuencia de prolongados períodos de lluvias intensas y el desbordamiento del río y las quebradas.

**Ilustración 64.** Afectaciones en hotel Ladera y Puente Panamonte, 2008.  
Fuente: Lloyd I. Cripe



[ 2009-2024 ]

Río como *llamado a la acción*

Tras los eventos de inundación y las grandes pérdidas ocasionadas, se impulsaron acciones orientadas a buscar soluciones y mitigar estos riesgos. Durante muchos años, las principales medidas implementadas han sido el dragado de los cuerpos de agua, la construcción de muros de contención, los reencauzamientos y la reconstrucción de puentes vehiculares.

**Ilustración 65.** Intersección entre río Caldera y Pianista sometido a constantes dragados y construcción de muros de contención.  
Autoría propia.

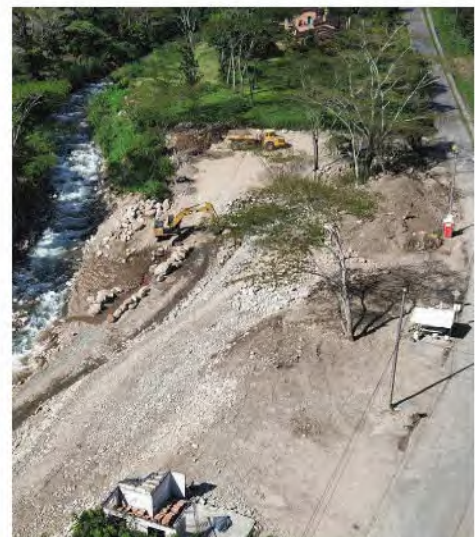


[ 2025-2026 ]

Río como *infraestructura ecológica incomprendida*

A pesar de las numerosas intervenciones ejecutadas en el río con el objetivo de reducir estos riesgos y de la evidenciación de sus resultados, en la actualidad los cuerpos de agua continúan siendo sometidos a proyectos de canalización y dragado orientados al aprovechamiento de sus recursos, ignorando las alteraciones que estas acciones generan en los procesos y dinámicas de los sistemas naturales.

**Ilustración 66.** Trabajos de dragados del río Caldera.  
Fuente: Ministerio de Obras Públicas.



*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*







Paralelamente a las distintas perspectivas que han definido la relación con el río a lo largo del tiempo, también se ha desarrollado una extensa línea cronológica de desastres asociados a grandes inundaciones, recopiladas a partir del escrito de Milagros Pinzón Sánchez (2006).

Aunque los eventos de 2008, 2009 y 2011 representan algunos de los episodios más recientes y significativos, es posible rastrear registros de inundaciones ocurridas hasta 87 años atrás.

Con el fin de comprender estos acontecimientos y las huellas históricas que el río ha dejado sobre la comunidad, se elaboró una línea cronológica que identifica principalmente las comunidades afectadas y las principales consecuencias registradas.

Complementariamente, en el mapa de la ilustración 67 se señalan en color naranja las zonas históricamente más impactadas, las cuales se relacionan principalmente con la presencia de quebradas y la proximidad al río.

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*

## ESQUEMA CRONOLÓGICO

### [ 1938 ]

Afectaciones: Palmira, Boquete y Jaramillo.

### [ 1969 ] 12 de agosto

Desbordamiento de la quebrada la Horqueta.  
Afectaciones: Hotel Dos Ríos, Puente Bailey.

### [ 1970 ] 6,9,11 de abril

Desbordamiento de la quebrada la Horqueta.  
Afectaciones: Bajo Mono y Caldera.  
Fallecimiento de 3 personas, 120 residencias resultaron destruidas y 500 damnificados.

### [ 1979 ]

Puesta en funcionamiento de la hidroeléctrica La Estrella, que suministra electricidad a las comunidades de Caldera y Boquete.

### [ 1990 ] 4-5 de noviembre

Desbordamiento de quebradas Callejón Seco, Aserrío y Grande.  
Destrucción de 4 casas, 5 vehículos y vías de comunicación.

### [ 1995 ] 19-20 de junio

Afectaciones: Jaramillo, Boquete y El Salto.  
Evacuación de 500 personas y pérdida de una vida humana.

### [ 2005 ] 9 de enero

Afectaciones: Bajo Mono, Sendero los Quetzales.

### [ 2008 ] 22 de noviembre

Daños del 50% en terrenos de la Feria de Las Flores.  
Afectaciones: hoteles Ladera, Palo Alto, Rebequet.

### [ 2010 ] 22 de agosto

Desbordamiento del río Caldera y quebradas La Zumbona, Aserrío y Agustín.  
35 personas damnificadas y 10,000 afectados.  
4 hoteles y 40 casas afectados.  
Daños en 18 puntos del muro de canalización del río Caldera.

### [ 2011 ] 26 de septiembre

Desbordamiento de la quebrada La Zumbona.  
Colapso del puente sobre la quebrada la Zumbona.  
20,000 habitantes afectados en Los Naranjos, Jaramillo, Palo Alto y Bajo Boquete.

### [ 2024 ] noviembre

16 personas fueron afectadas.  
Deslizamientos en Bajo Mono.

### [ 2025 ] 5 de octubre

26 deslizamientos de tierra  
25 viviendas afectadas  
Afectaciones: Los Naranjos, Bajo Boquete, Jaramillo, Palo Alto, Palmira, Volcancito y El Salto.

## El río Caldera

### Intervenciones



**Ilustración 68.** Trabajos de dragado y construcción de muros de contención en un tramo del río Caldera, en la confluencia con el río Pianista. En los laterales se observa el proceso constructivo de los muros de roca, así como el desgaste y alteración del propio lecho fluvial ocasionado por las intervenciones realizadas.

A partir de todo lo que ha significado el río Caldera para la comunidad y su presencia como “amenaza” durante los últimos 87 años, se identificaron diversos tramos de este donde se han implementado varias intervenciones como medidas de mitigación frente a crecidas. Sin embargo, muchas de ellas han resultado insuficientes para abordar estas problemáticas, reafirmando lo expuesto por la organización de *River Restoration Center* respecto a las limitaciones de las intervenciones convencionales sobre los sistemas fluviales.

Por ejemplo, los trabajos de dragado, si bien es cierto incrementan la capacidad del cauce, no parecen incorporar mecanismos para la retención o almacenamiento del agua en las riberas y llanuras de inundación, una vez los niveles los sobrepasan. Esta situación se ve agravada por la construcción de muros de contención, frecuentemente elaborados con materiales extraídos del propio dragado, que limitan la conexión del río con su planicie aluvial tal como lo muestra la Ilustración 68 sobre los trabajos realizados en 2024.



Registro de eventos

Para entender el comportamiento del río frente a las lluvias constantes, se analizaron datos del último evento de la línea cronológica registrado en octubre del 2025.

Este último evento coincidió con la visita al sitio, durante la cual se reconocieron diversos elementos y dinámicas del área de estudio. Con el fin de comprender mejor el comportamiento de los cuerpos de agua que transitan dentro de los límites de Boquete, se recopilaron los datos de acumulación de precipitación correspondientes a todo el año 2025, con el objetivo de identificar a partir de qué niveles el río y las quebradas comienzan a afectar a las comunidades, así como la cantidad de precipitación necesaria para generar eventos de impacto o afectación significativa.

Los datos se recolectaron de la base de datos del IMHPA y se revisaron mes por mes. Cabe resaltar que, durante algunos días de cada mes, no existían registros o estos se encontraban por debajo del promedio. Para la elaboración de la tabla, se seleccionaron los datos disponibles correspondientes a los días de cada mes, con el fin de obtener un valor aproximado de la precipitación durante la temporada.

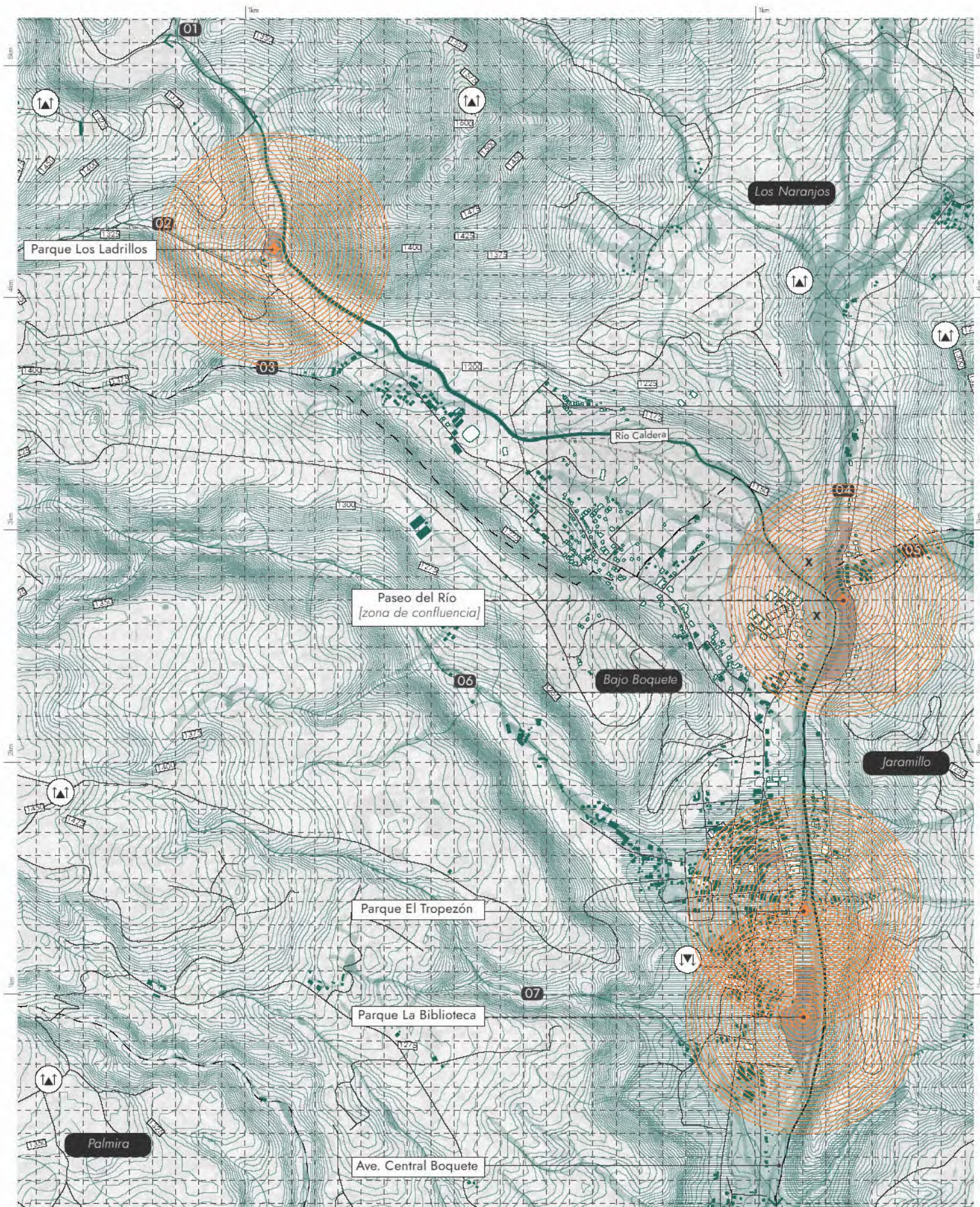
Cómo lo demuestra la Tabla 9, en el evento del 5 de octubre de 2025 el río se encontraba en un 284.5% por encima del promedio de la acumulación, lo que provocó que, tanto su nivel como el de sus afluentes aumentaran de nivel causando afectaciones a las zonas aledañas.

|                                        | Verano         | Invierno       |
|----------------------------------------|----------------|----------------|
| Acumulación más baja en temporada (mm) | 1.5            | 10             |
| Acumulación más alta en temporada (mm) | 53.50<br>Abril | 143<br>Octubre |
| Promedio                               | 26.125 mm      | 37.188 mm      |
| Porcentaje de nivel mayor              | 104.80%        | 284.5%         |

Tabla 09. Datos resultantes de la recopilación de niveles de precipitación.

A partir de estas cifras, considerando tanto el caudal más bajo como el más alto, se desarrolló un modelo de precipitación a través de la herramienta ARCGIS que muestra la huella de inundación con estos dos caudales y permite identificar aquellas zonas propensas a fenómenos de inundación dentro de la zona crítica que se reflejó en la línea cronológica del mapa de la ilustración 67 y que corresponde a 6.70 km del río Caldera pasando en su mayoría por la comunidades de Los Naranjos, Bajo Boquete, y Jaramillo.





- Huella de inundación caudal [143 mm]
- Huella de inundación caudal [10 mm]
- Edificios afectados
- Parques
- Río Caldera [6.8km]
- Red hídrica
- Trazos históricos

- 01 Quebrada La Horqueta
- 02 Quebrada Callejón Seco
- 03 Quebrada Aserrio
- 04 Río Pianista
- 05 Quebrada La Zumbona
- 06 Quebrada Bajo Grande
- 07 Quebrada Agustín

- Punto alto
- Punto bajo
- Terreno disponible
- Radio de influencia en EPA [500 m]

Huella de inundación y vulnerabilidad





Aunque el escenario correspondiente al menor caudal no representa un riesgo significativo, el caudal de 143 m<sup>3</sup>/s, registrado en octubre de 2025 alcanzado en aproximadamente 4 horas llega a afectar gran parte de la comunidades de Bajo Boquete, Los Naranjos y Jaramillo como se muestra en el mapa de la Ilustración 69.

Los principales puntos de concentración de inundación se localizan en el sector superior, en la zona de confluencia (Ilustración 69) del río Caldera, el río Pianista y que coinciden con una de las zonas más afectadas en los acontecimientos anteriores registrados en el 2008 (Pinzón Sánchez, 2006).

Para comprender el nivel de riesgo presente en la zona, se tomó como referencia el estudio Planificación de las Acciones Durante Emergencias (PADE) del Complejo Hidroeléctrico Chiriquí – Central Hidroeléctrica La Estrella. Dentro de este estudio, el periodo de retorno de 2 años presenta un caudal de 150.65 m<sup>3</sup>/s, incluso superior al registrado durante el evento de octubre de 2025, lo que implica una probabilidad anual del 50 % de que ocurran crecidas de magnitud similar.

Esta condición evidenciarla constante vulnerabilidad de la zona frente a eventos de inundación y desbordamiento, permitiendo establecer estrategias de diseño y planificación orientadas a anticipar y mitigar los impactos que estas crecidas pueden generar en las comunidades cercanas.

**Ilustración 69.** Mapa de huella de inundación y vulnerabilidad. Elaboración propia





Río Pianista  
Cauce secundario

Río Caldera  
Cauce principal

Trazos históricos  
Huella de recorrido  
antiguo del cauce del  
río Caldera año 2002

Área disponible en  
zona inundable  
Potencial para  
restauración ecológica  
y uso público sostenible

Ave. Central Boquete  
Conector urbano  
principal

Paseo del Río  
Sendero recreativo  
actual

Área disponible en  
zona inundable  
Potencial para  
restauración ecológica  
y uso público sostenible

IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS  
EN LA ZONA DE CONFLUENCIA  
Sin escala

N



## Oportunidad desde la vulnerabilidad

### Selección del área de intervención

Para la identificación de oportunidades, se establecieron criterios orientados a seleccionar los espacios críticos que requieren intervención. En primer lugar, se identificaron las principales huellas de inundación generadas por el río Caldera y sus afluentes, destacando la **zona de confluencia** entre el río Caldera y el río Pianista como uno de los puntos más vulnerables.

Dentro de estas áreas afectadas, se localizaron terrenos disponibles y sin desarrollo con potencial para la implementación de infraestructura verde, especialmente en el margen lateral izquierdo y en la zona central de ambos ríos (Ilustración 70).

Asimismo, se consideraron los espacios públicos abiertos ubicados en los márgenes del río, como Paseo del Río, con el fin de fortalecer sus condiciones existentes e integrarlos al sistema de infraestructura verde.

Como resultado, se definió la

intervención en la **zona de confluencia** mostrada en el mapa de la ilustración 69.

Adicionalmente, esta área presenta trazos históricos del río, desde el 2002 observados a través de Google Earth en sus imágenes cronológicas, en el punto donde el río Caldera comienza a integrarse a la confluencia, permitiendo comprender su comportamiento cambiante, así como las dinámicas de sedimentos e inundaciones previas que han modificado su morfología.

Estas condiciones representan una oportunidad para incorporar estrategias de amortiguación y retención de agua que ayuden a disminuir la concentración de caudales en la zona de confluencia como parte del sistema de infraestructura verde.

**Ilustración 70.** Mapa de zona de confluencia. Las zonas resaltadas en color corresponden a las áreas vulnerables a inundación, señalando tanto el Paseo del Río, que se ve afectado por estos eventos, como las superficies disponibles en sus márgenes con potencial de intervención. En la parte superior, se representa el antiguo recorrido del río previo a la zona de confluencia, evidenciando las transformaciones en su trazado y dinámica fluvial.

Elaboración propia.

## Zona de confluencia

### Análisis

El análisis de la zona de confluencia se realizó mediante la técnica propuesta por Ian McHarg, la cual consiste en descomponer el sitio de estudio, resultando en este caso en ocho componentes enmarcados dentro de dinámicas fisiográficas, valores ecológicos y aspectos sociales que, a través de la superposición de capas, permiten obtener información clave para el desarrollo del diseño.

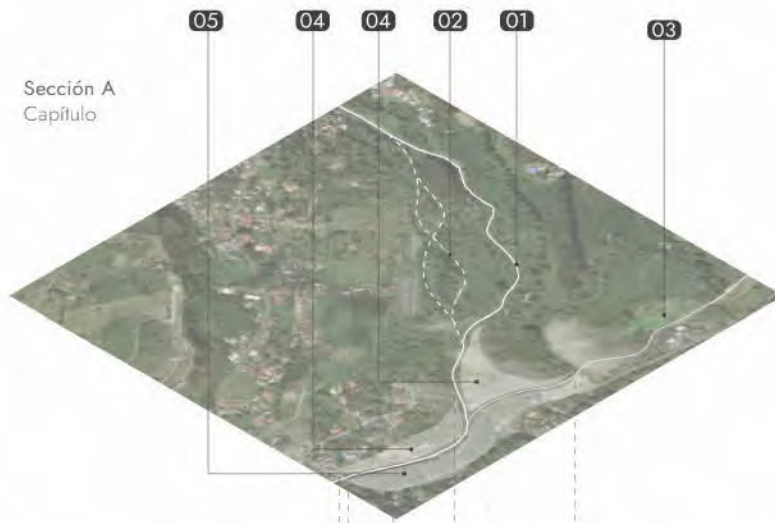
El análisis involucra principalmente al río Caldera, sus trazos históricos y las tres áreas propuestas para intervención, todas propensas a inundaciones. En sus aspectos fisiográficos, la **topografía** responde a la condición montañosa de Boquete, con puntos altos que conforman el valle y rodean el río Caldera, condicionando el crecimiento urbano principalmente hacia el margen izquierdo debido a la presencia de una barrera natural de montañas y cerros en el margen derecho.

El **relieve** y las **pendientes** se intensifican en las laderas que delimitan el cauce del río, alcanzando inclinaciones de hasta 86°, mientras que las áreas aledañas y disponibles para intervención presentan pendientes moderadas entre 29° y 43°. Esta morfología del terreno condiciona el flujo del agua y la dirección de la **escorrentía superficial**, conduciendo el agua hacia el río Caldera y generando puntos bajos de concentración que favorecen las huellas de inundación provocadas por el desbordamiento del río, como se muestra en el diagrama de la Ilustración 71.

**Ilustración 71.** Diagramas de las condiciones fisiográficas de la zona de estudio. Identificando la relación entre el entorno, la topografía, el relieve y las pendientes, así como su influencia en la escorrentía y el flujo del agua sobre el terreno. Elaboración propia.



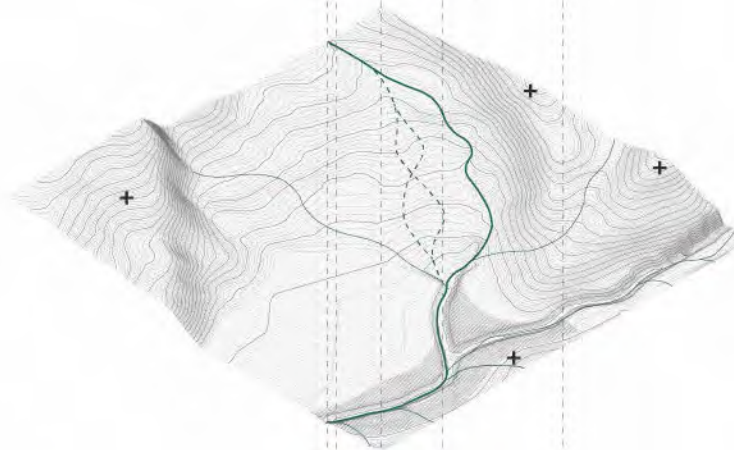
Sección A  
Capítulo



123

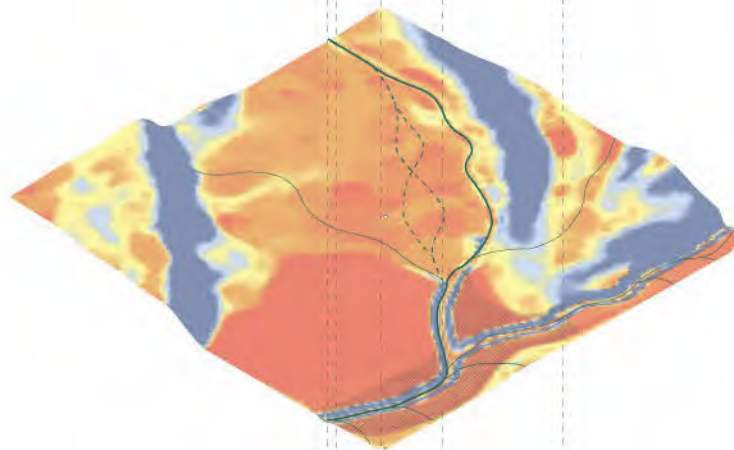
## ÁREAS CON ALTO RIESGO DE INUNDACIÓN Y POTENCIALES DE INTERVENCIÓN.

- Río Caldera 01
- Trazos históricos del río Caldera 02
- Río Pianista 03
- Área disponible en zona inundable. 04
- Paseo del Río 05



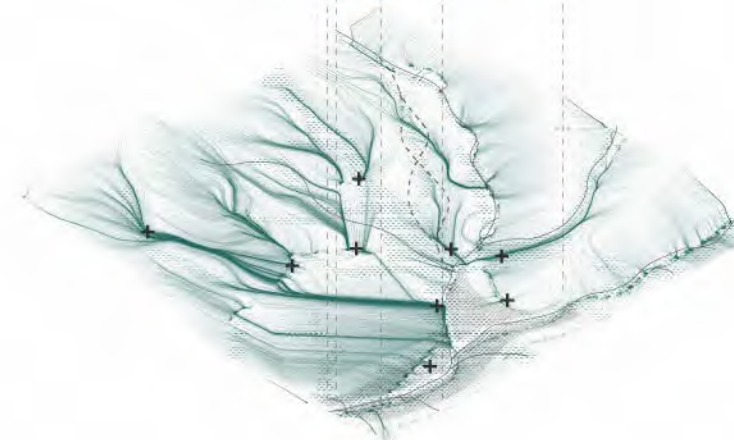
## DINÁMICA TOPOGRÁFICA

- Río Caldera —
- Trazos históricos del río Caldera ---
- Cuerpo de agua secundarios —
- Curva de nivel mayor —
- Curva de nivel menor —
- Área disponible en zona inundable
- Punto alto +



## RELIEVE Y PENDIENTES

- 29°-43°
- 43°-57°
- 57°-71°
- 71°-84°
- Río Caldera —
- Trazos históricos del río Caldera ---
- Área disponible en zona inundable



## FLUJO DE ESCORRENTÍA

- Flujo de agua —
- Concentración de recorrido —
- Punto bajo de concentración +
- Áreas inundable
- Río Caldera —
- Trazos históricos del río Caldera ---
- Área disponible en zona inundable ---

En cuanto a sus valores ecológicos, la zona de intervención se encuentra mayormente conformada por una **cobertura boscosa** compuesta por cultivos de café en los terrenos de mayor altura, bosques latifoliados en los laterales de la llanura y vegetación inundable en las áreas más bajas de la ribera del río.

Esta cobertura vegetal favorece la creación de hábitats y contribuye a la **biodiversidad** del sitio, convirtiendo la zona en un importante punto de avistamiento de aves que puede ser potenciada.

Desde el punto de vista social y urbano, el **uso de suelo** se definió a partir del uso actual del territorio. Predomina el uso residencial de baja altura y el uso mixto ligado a la presencia de la avenida principal.

El Paseo del Río se integra dentro de los usos de parque urbano, mientras que, el área inundable disponible actualmente no presenta un uso definido, lo que favorece la compatibilidad funcional y espacial necesaria para el desarrollo de la propuesta. Cabe destacar que este espacio recreativo se localiza al norte de Bajo Boquete, en un sector más alejado de las áreas con mayor consolidación urbana y concentración de actividades. No obstante, su proximidad a diversas comunidades representa una oportunidad para fortalecer la conectividad

territorial, incentivar el uso de este sector y promover una distribución más equilibrada de los espacios recreativos dentro del distrito.

Este sistema de usos se articula con la **jerarquía vial** del sector, donde la avenida Central de Boquete funciona como eje principal que estructura y conecta el distrito con sus corregimientos. Como vía secundaria, la avenida Buenos Aires enlaza con este eje principal en el área del Paseo del Río a través del puente Panamonte, para luego ramificarse en vías colectoras de menor jerarquía y caminos rudimentarios e informales que dan acceso a fincas y áreas productivas.

El área de estudio presenta condiciones de **accesibilidad** reducidas debido a la falta de una servidumbre vial claramente definida, la escasa separación entre peatones y vehículos y la limitada cobertura del transporte público, ya que, las rutas interurbanas no siempre llegan hasta este sector. Como consecuencia, el acceso depende principalmente del transporte privado o de recorridos peatonales que, en algunos tramos, implican un cierto grado de riesgo debido a la ausencia de infraestructura adecuada para el tránsito seguro de los usuarios. No obstante, el puente Panamonte facilita una conexión directa con el Paseo del Río para peatones y vehículos.

**Ilustración 72.** Diagramas de valores sociales, urbanos y ecológicos. Comprendiendo la condición boscosa de la zona y el comportamiento del desarrollo urbano en las áreas aledañas a la zona de intervención. Elaboración propia.





#### JERARQUÍA VIAL

- Principal
- Colectora
- Local
- Camino informal
- Río Caldera
- Trazos históricos del río Caldera
- Área disponible en zona inundable

#### USO DE SUELO URBANO

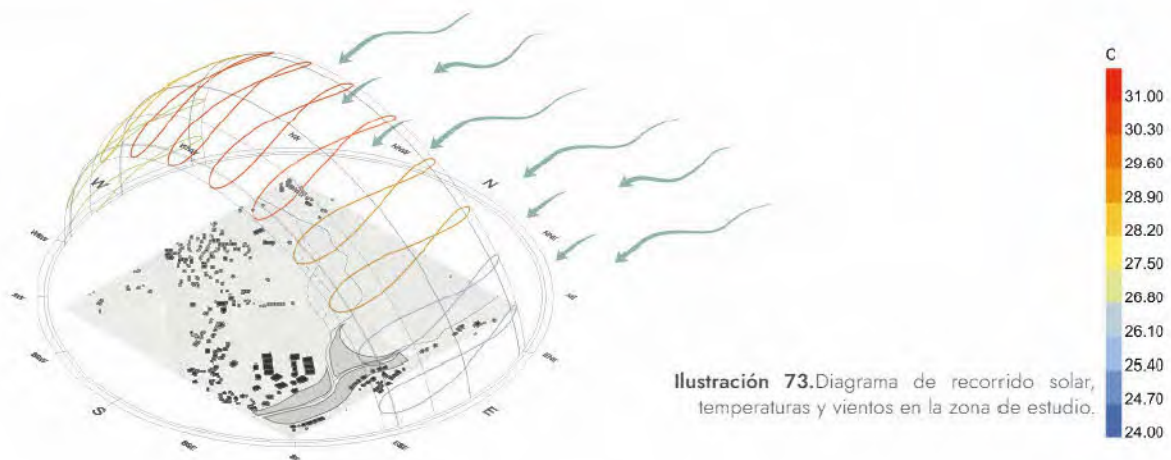
- Residencial, altura baja A
- Residencial, altura baja B
- Residencial agroturístico
- Parque urbano
- Mixto de altura baja B
- Zonas hídricas corredorfluvial con aprovechamiento agroforestal
- Comercio turístico
- Industrial
- Equipamiento público
- Suelo Ecoturístico rural
- Río Caldera
- Trazos históricos del río Caldera
- Área disponible en zona inundable

#### BIODIVERSIDAD

- Elemento arbóreo
- Avistamientos
- Río Caldera
- Trazos históricos del río Caldera
- Área disponible en zona inundable

#### COBERTURA BOSCOSEA

- Vegetación baja inundable
- Bosque latifoliado mixto
- Café
- Pasto
- Superficie de agua
- Arroz
- Horticultura mixta
- Bosque plantado de latifoliadas
- Río Caldera
- Trazos históricos del río Caldera
- Área disponible en zona inundable



Con relación a su **comportamiento climático** y haciendo referencia a la clasificación de Köppen-Geiger, la temperatura en la zona se mantiene entre los 24° a 29° grados centígrados considerando la cobertura boscosa de la zona y la radiación solar en la zona montañosa.

En cuanto a esta última, en el diagrama 73 Y 74, se muestra una alta radiación solar hacia la zona noroeste. En términos de viento, desde diciembre a marzo predominan los vientos alisios del noreste durante la temporada de verano, mientras que, durante las otras temporadas es variable hacia el oeste (Espinosa-Vega et. al., 2017).

**Ilustración 75.** Fotografía de la condición actual de la zona de confluencia. En esta se muestra el encuentro de los dos cauces, las áreas inundables identificadas en el análisis, el muro de contención y la deposición de los sedimentos en los márgenes del río. Autoría propia.







## Análisis FODA

El análisis FODA permite identificar aquellos puntos fuertes y débiles para diagnosticar una situación (Ponce, 2007).

En este caso, el análisis se realizó a partir del diagnóstico y análisis del sitio, incluyendo la escala distrital, lo que permitió la selección específica del área de intervención.

Conociendo las condiciones existentes del sitio y teniendo como antecedentes las bases legales, el marco teórico y conceptual, así como los referentes, se identificaron las fortalezas, oportunidades, amenazas y debilidades relacionadas con la propuesta de intervención.

En los puntos fuertes, representados por las fortalezas y oportunidades, se destaca el beneficio de integrar infraestructura verde mediante el reconocimiento de los procesos naturales, permitiendo que la propuesta pueda replicarse en otros sitios con condiciones similares. Esto favorece el funcionamiento de los ciclos ecológicos y genera un mayor interés social en este tipo de intervenciones.

Por el contrario, los puntos débiles, conformados por las amenazas y debilidades, se relacionan principalmente con escenarios en los que el aumento de los niveles del río, asociado a fenómenos como el cambio climático, continúa en incremento, o donde aún persisten intervenciones estructurales,

como los dragados y la canalización, que alteran su comportamiento natural. A ello se suma el carácter innovador de la propuesta, que requiere un mayor monitoreo y un proceso continuo de educación y sensibilización en comparación con proyectos más convencionales.

No obstante, el proyecto busca apoyarse en los puntos fuertes que hacen viable la propuesta, considerando los escenarios de amenaza y debilidad, y planteando recomendaciones y alternativas para hacerles frente.

En la Ilustración 76, se encuentran sintetizado tanto los puntos fuertes como los puntos bajo referentes a la propuesta a partir del análisis realizado.

**Ilustración 76.** Análisis FODA basado en los hallazgos del análisis del sitio para el área de intervención, identificando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas asociadas a las condiciones del sitio.





### FORTALEZA

- Integración de infraestructura verde y espacios diseñados a partir del entendimiento de los procesos y sistemas naturales.
- Enfoque interdisciplinario entre ecología, paisaje, hidrología y arquitectura.
- Estrategias basadas en la resiliencia y adaptación de ecosistemas ribereños.

### OPORTUNIDADES

- Existencia de parques en los márgenes del río para fortalecimiento e integración de infraestructura verde.
- Compatibilidad en uso de suelo con las zona de intervención.
- Potencial para el diseño de un plan replicable en otros sectores sometidos a mismas condiciones.
- Incremento de la actividad turística y los servicios ecosistémicos.

### AMENAZAS

- Incremento de la huella de inundación y vulnerabilidad ante efectos del cambio climático.
- Continuación de trabajos de canalización y dragado en los ríos.
- No cumplimiento con los márgenes laterales ante cuerpos de agua.

### DEBILIDADES

- Constante monitoreo y estudios enfocados en los cambios dentro de ecosistema.
- Mayor necesidad de educación y sensibilización sobre el uso de espacios inundables como áreas activas y adaptativas.





## **Sección B. Conceptualización y propuesta**

### **Capítulo IV. La intervención: el río Caldera como oportunidad**

## Concepto

### Estrategias, criterios y herramientas

El concepto de la propuesta busca transformar la condición de amenaza asociada a las crecidas del río Caldera en una oportunidad para la regeneración ecológica, el manejo hídrico y la generación espacios abiertos de uso público. A partir de las áreas disponibles con mayor vulnerabilidad a inundaciones, se implementan estrategias de diseño adaptadas a las características de cada zona de intervención.

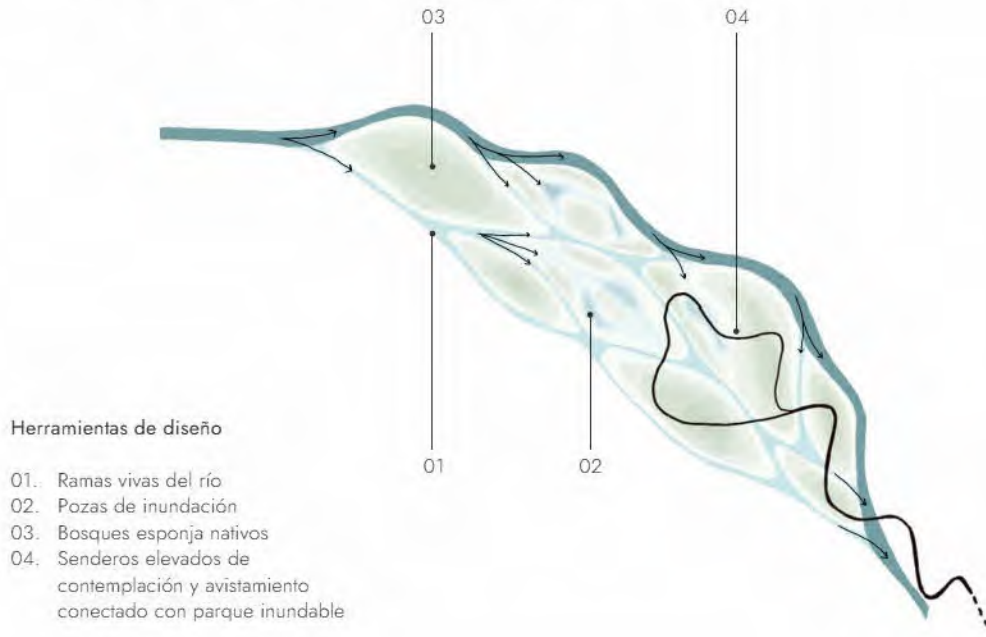
En el primer sector, la propuesta **recupera y reinterpreta los trazados históricos (01)** del río para generar ramificaciones que conforman un sistema fluvial trenzado creando bosques inundables de retención y pozas de inundación que funcionan como áreas de retención temporal, permitiendo amortiguar los caudales excedentes que se desplazan hacia la zona de confluencia. Esta dinámica favorece la formación de hábitats para la flora y fauna local, fortaleciendo la biodiversidad

y los procesos ecológicos del sitio. A su vez, senderos elevados y puntos de observación integrados al paisaje permiten la contemplación y el acercamiento a este nuevo ecosistema, promoviendo una relación más cercana entre la comunidad y los ciclos naturales del agua.

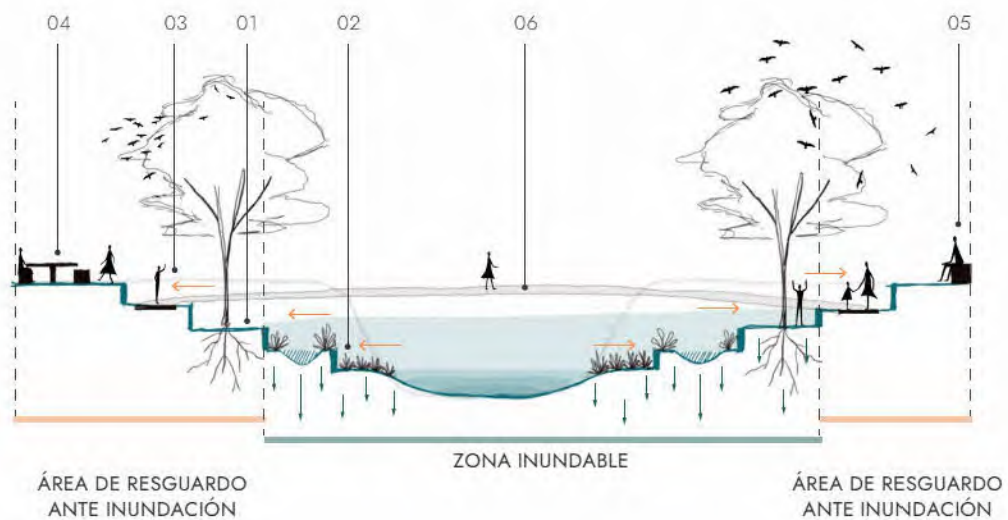
En la **zona de confluencia** se propone un **parque inundable (02)** como infraestructura verde, a través de terracería y el manejo de la topografía existente. La creación de distintos niveles permite destinar las áreas bajas a la retención, almacenamiento temporal y filtración del agua durante eventos de crecida, mientras que, niveles superiores funcionan como áreas seguras de resguardo y, en condiciones normales, conforman un sistema de espacios recreativos y de encuentro.



## 01 ECOSISTEMA DE AMORTIGUACIÓN ANTE LA ZONA DE CONFLUENCIA LIGADO A LA CREACIÓN DE HÁBITATS Y ESPACIOS DE CONTEMPLACIÓN



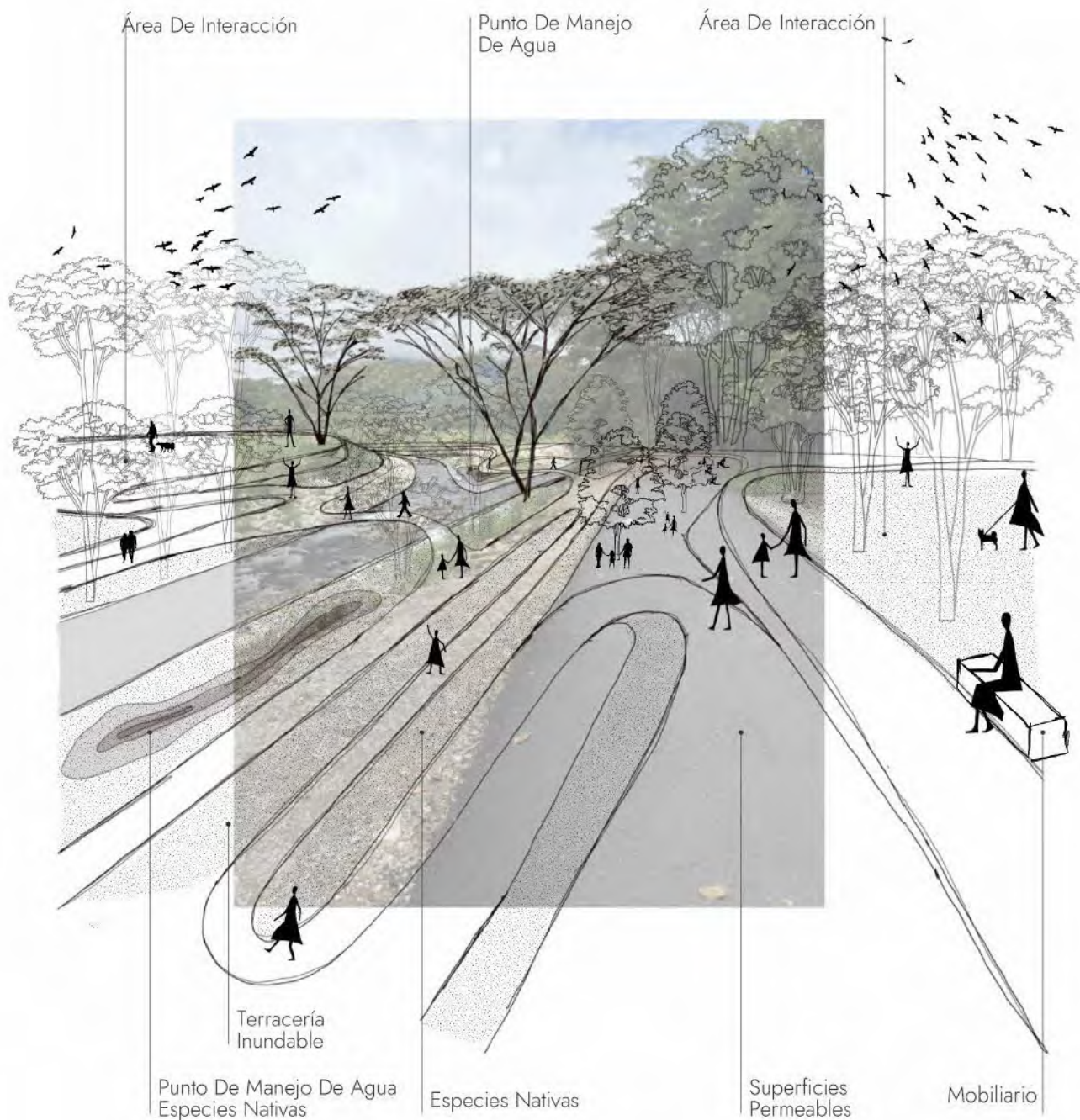
## 02 PAISAJE ECOLÓGICO DE ENCUENTRO A TRAVÉS DE PARQUE INUNDABLE



### Herramientas de diseño

- 01. Terracería y manejo de topografía
- 02. Jardineras de filtración y retención
- 03. Senderos de conexión entre bordes y programas del parque
- 04. Áreas de estancia y recreación en puntos altos
- 05. Mobiliario integrado en puntos de resguardo
- 06. Conexiones elevadas sobre paisaje inundable

Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete



**Ilustración 77.** Bosquejo inicial de la propuesta de parque inundable en la zona de confluencia, mostrando el manejo de niveles, senderos conectores y espacios de recreación y estar. Elaboración propia.



Propuesta

## Parque del encuentro

*Un paisaje para el agua, la biodiversidad y las personas*

## Sobre la propuesta

**Parque del Encuentro** es un espacio concebido para la convergencia del agua, la biodiversidad y las personas. Surge como respuesta a la vulnerabilidad de las comunidades de Boquete frente a los eventos de inundación, transformando esta condición de riesgo en una oportunidad para generar valor ambiental, social y recreativo para el distrito. La propuesta aborda este fenómeno mediante estrategias de infraestructura verde que permiten gestionar el agua de manera integral, al tiempo que articulan espacios públicos destinados al encuentro, la recreación y la interacción comunitaria.

La infraestructura verde se desarrolla a partir de las dinámicas naturales del río y sus huellas de inundación, incorporando intervenciones topográficas, sistemas de terracería y el uso de materiales permeables que favorecen la infiltración y retención de escorrentías. Estas estrategias se integran con programas y espacios definidos según las características y necesidades de la población local, con especial énfasis en la educación ambiental y en la población joven, que representa uno de los grupos demográficos más significativos del distrito.

Más allá de su función como área de retención y manejo hídrico, el proyecto busca diversificar y descentralizar la oferta recreativa de Bajo Boquete, extendiendo oportunidades de encuentro y esparcimiento hacia comunidades que actualmente cuentan con menor acceso a este tipo de espacios. De esta manera, el parque fortalece la resiliencia territorial, fomenta la cohesión social y promueve una relación más equilibrada entre el entorno natural y el desarrollo urbano.





**Ilustración 78.** Vista desde el sendero elevado de Parque del encuentro con los muros de terracería en la zona derecha; los miradores y pabellón educativo y de interpretación.



ANTES

138

Ilustración 79. Vista aérea de la condición actual del sitio. Sin escala.

N  
|

100m  
|

300m  
|



DESPUÉS

1. Poza de remanso
2. Bosques de retención
3. Zonas de huerto / producción
4. Jardines de lluvia + pozas de remanso
5. Sistema de recorridos y senderos
6. Zona administrativa y punto de encuentro
7. Pabellones educativos
8. Pasos peatonales

Ilustración 80. Vista aérea con la integración de la propuesta. Sin escala.

N  
I

100m

300m

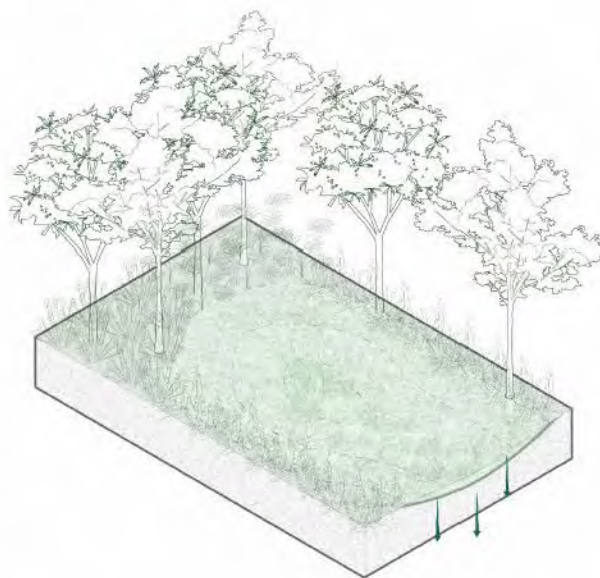




## Tipologías de Infraestructura Verde [ IV ]

01

Ante la amenaza de inundación a la que está expuesta la zona, se implementan siete tipologías de infraestructura verde orientadas a mitigar esta problemática; cada una con funciones específicas. La jardinería de lluvia presenta depresiones de aproximadamente 30 cm de profundidad, mientras que, las pozas de remanso alcanzan los 75 cm. Las zonas de sedimentos incorporan una depresión de 30 cm con una cama de rocas de entre 4 y 12 pulgadas. Los bosques de retención incluyen especies de gran porte, como el espavé (*Anacardium excelsum*), y se complementan con terrazas conformadas mediante muros de hasta 1 m de altura y dimensiones variables superiores a 3 m. Asimismo, las biocunetas gestionan la escorrentía proveniente de la avenida Buenos Aires, y los jardines polinizadores, gracias a la selección de especies y sus sistemas radiculares, favorecen la retención de agua y reducen la erosión.



### Capas de infraestructura

- Tierra orgánica del sitio
- Gravilla (drenaje)
- Geotextil (drenaje)
- Suelo natural

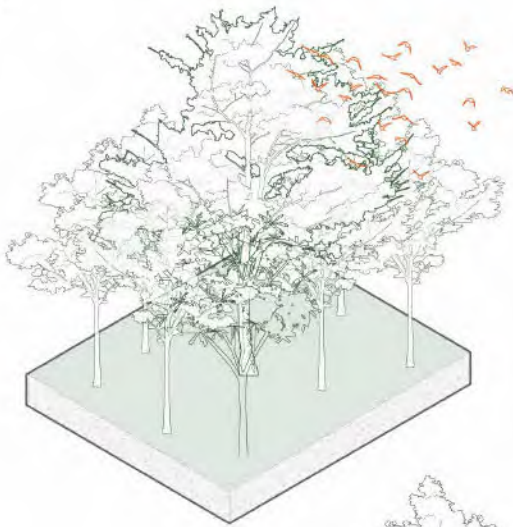
02



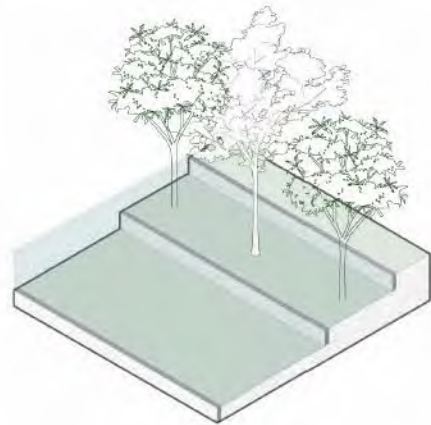
- Jardinería de lluvia
- Pozas de remanso
- Bosques de retención
- Terracería
- Biocuneta + permeabilidad
- Jardín de sedimentos
- Jardín polinizador



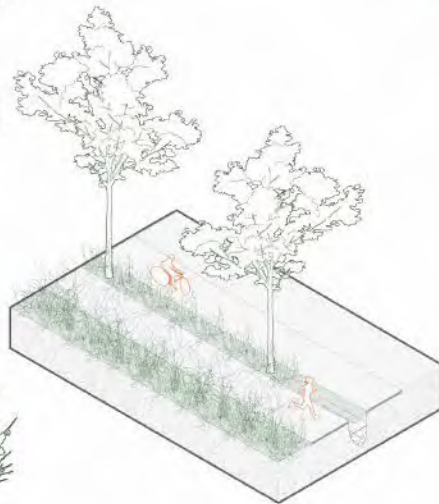
03



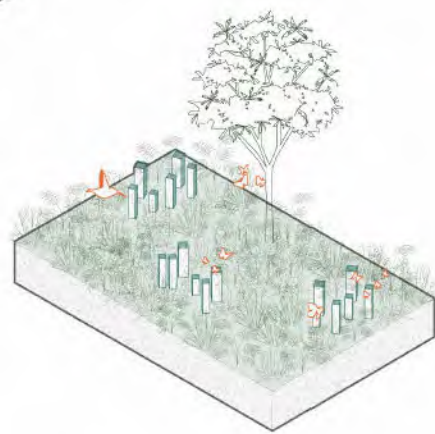
04



05



06



07

## Propuesta

El programa se estructura a partir de seis sistemas interrelacionados que responden a las condiciones topográficas del terreno, las dinámicas de inundación y las necesidades de la comunidad. La organización espacial se define a partir de la delimitación de las zonas inundables y las áreas de resguardo, permitiendo asignar usos compatibles con cada condición del sitio.

En las áreas sujetas a inundación se desarrolla el Sistema de Gestión Hídrica y Restauración Ecológica, encargado del manejo de escorrentías, la retención de agua y la recuperación de los ecosistemas riparios. Complementariamente, el Sistema de Movilidad y Recorridos articula el parque mediante senderos, conexiones y puntos de acceso que enlazan las zonas inundables con las áreas seguras.

En áreas más elevadas y protegidas se ubica el Sistema de Servicios y Apoyo, destinado a las funciones de administración, mantenimiento, conservación y seguridad del parque. Asimismo, se integran el Sistema Educativo, enfocado en la sensibilización ambiental y el aprendizaje; el Sistema Recreativo, orientado al esparcimiento y la convivencia comunitaria; y el Sistema Productivo, que promueve actividades vinculadas a la agricultura urbana y el aprovechamiento sostenible del paisaje.

En conjunto, estos seis sistemas conforman una red funcional que permite gestionar el riesgo de inundación, fortalecer la biodiversidad y generar espacios de encuentro para la comunidad.



**Sistema de Gestión Hídrica y Restauración Ecológica**

- 
- 1. Jardinera de lluvias [x4]
  - 2. Zona de sedimentos [x1]
  - 3. Pozas de remanso [x3]
  - 4. Bosques de retención [x7]

**Sistema de Movilidad y Recorridos**

- 
- 5. Camino principal multimodal [456ml]
  - 6. Camino secundario [1.7km]
  - 7. Senderos elevados [2.2km]
  - 8. Pasos peatonales - pompeyanos [x4]
  - 9. Miradores [x8]

**Sistema de Servicios y Apoyo**

- 
- 10. Centro de visitantes, punto de información y seguridad [x1]
  - 11. Administración, área de antenimiento y depósitos [x1]
  - 12. Sanitarios universales [x6]
  - 13. Estacionamientos [x49]
  - 14. Área de reciclaje y manejo de residuos [x3]

**Sistema Educativo e Interpretación**

- 
- 15. Pabellón de Interpretación y educación
  - 16. Plataformas de aproximación

**Sistema Recreativo Activa**

- 
- 17. Anfiteatro y plaza versátil
  - 18. Espacios de contemplación
  - 19. Áreas de *picnic*
  - 20. Área de recreación comunitaria
  - 21. Jardines para polinizadores

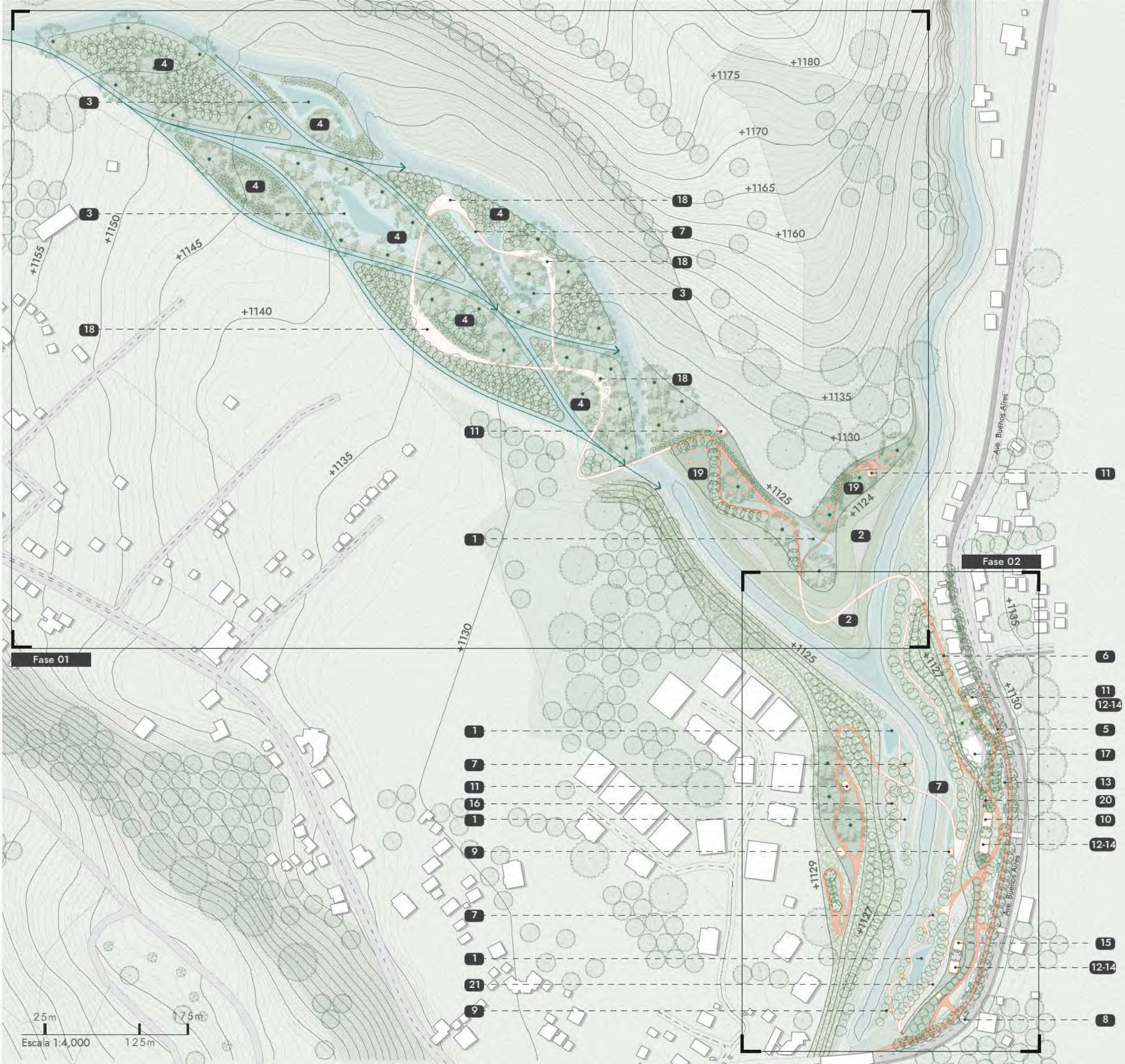
**Sistema Productivo**

- 
- 22. Sendero de cítricos

- Tramos a nivel de suelo
- Tramos elevados
- Dirección de flujo

Plan maestro  
escala 1:4000

Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete





## Sistema de Gestión Hídrica y Restauración Ecológica

El sistema de gestión hídrica y restauración ecológica está conformado por jardines de lluvia, zonas de sedimentación, pozas de remanso y bosques de retención, los cuales trabajan de manera integrada para controlar la escorrentía, favorecer la infiltración, reducir la velocidad del agua y restaurar los procesos ecológicos del río.

Los jardines de lluvia se ubican en los márgenes del río, acompañando el desarrollo del parque inundable, además de un jardín central localizado en la zona de confluencia, sumando un total de cuatro intervenciones. Estos espacios permiten captar y filtrar el agua de escorrentía antes de su incorporación al cauce, contribuyendo a mejorar su calidad y disminuir el arrastre de sedimentos.

La zona de sedimentación se emplaza estratégicamente en el punto donde confluyen el río Caldera y el río Pianista, respondiendo al comportamiento hidráulico del sitio y a la dinámica natural de deposición de sedimentos. Su función principal consiste en retener las partículas transportadas durante los eventos de crecida, evitando su acumulación aguas abajo y facilitando las labores de mantenimiento.

Por su parte, las pozas de remanso se distribuyen en tres sectores correspondientes a la ramificación del río, donde la disminución de la velocidad del flujo favorece la creación de hábitats acuáticos. Estas intervenciones, en conjunto con los bosques de retención, conforman siete áreas destinadas a incrementar la biodiversidad, promover la infiltración y fortalecer la resiliencia ecológica del paisaje.



## Sistema de Movilidad

El sistema de movilidad está conformado por tres tipologías de recorridos jerarquizados que garantizan la accesibilidad y la conexión entre los distintos espacios del parque.

El recorrido principal corresponde a un camino multimodal de 3.35 m de ancho, conectado directamente con la avenida Buenos Aires, constituyendo el principal acceso al proyecto. Este recorrido integra circulación peatonal y ciclista, incorpora vegetación a lo largo de su trazado y cumple con criterios de accesibilidad universal, permitiendo el desplazamiento de personas con movilidad reducida.

El segundo nivel corresponde a caminos secundarios de tres metros de ancho, destinados a distribuir la circulación hacia el interior del parque y conectar las diferentes áreas de uso. A partir de estos se ramifican senderos elevados con anchos variables entre 1.50 y 2.00 metros, los cuales permiten atravesar zonas inundables sin alterar significativamente el terreno natural.

En determinados sectores, los recorridos presentan transiciones entre caminos a nivel del suelo y senderos elevados, adaptándose a las condiciones topográficas. Esta solución se implementa principalmente en los tramos que atraviesan jardines de lluvia, áreas inundables o que cruzan el río.

La infraestructura elevada se resuelve mediante una estructura compuesta por pedestales de concreto, entramado de estructura metálica de soporte y columnas metálicas en forma de “V”, sobre las cuales se apoyan rejillas fabricadas en polímero reforzado con fibra de vidrio (PRFV; *Fiberglass Reinforced Polymer, FRP*), material resistente a la humedad, de bajo mantenimiento y adecuado para ambientes expuestos a inundaciones.

Asimismo, cada aproximadamente 50 metros los senderos elevados se ensanchan para conformar pequeños miradores (ilustración 81) que funcionan como espacios de estancia temporal. Estos puntos permiten al visitante detenerse brevemente para observar el paisaje, escuchar los sonidos del entorno y fortalecer la experiencia de contemplación del ecosistema fluvial.

Los accesos al parque desde la avenida Buenos Aires se organizan mediante pasos peatonales a nivel de la acera alineados con los principales equipamientos del Sistema de Servicios y Apoyo, facilitando la orientación y distribución de los usuarios.

## Sistema de Servicios y Apoyo

Este sistema reúne las edificaciones permanentes del proyecto, localizadas fuera de la zona inundable para garantizar su funcionamiento durante todo el año. Esta condición convierte al sector en el principal núcleo de actividad del parque.

El centro de visitantes se sitúa aproximadamente en el centro del proyecto, constituyendo el punto de inicio del recorrido y el espacio donde los visitantes pueden obtener información sobre el funcionamiento ecológico del parque, sus recorridos y actividades.

La zona administrativa se ubica en una zona superior, desde donde se gestionan las labores de mantenimiento, monitoreo ambiental y conservación del parque.

Tanto el centro de visitantes como el edificio administrativo incorporan servicios sanitarios universales, áreas de reciclaje y espacios para el manejo de residuos mediante estaciones de separación y clasificación.

## Sistema de Educación e Interpretación

Bajo esta misma lógica se desarrolla el Sistema Educativo e Interpretación, conformado por un pabellón destinado a la interpretación ambiental y la educación, el cual integra espacios de aprendizaje, sanitarios y áreas destinadas al manejo responsable de los residuos.



## Plataformas de aproximación

A diferencia de los senderos elevados, las plataformas de aproximación (ilustración 81) descienden aproximadamente 50 centímetros respecto al nivel de circulación mediante rampas con pendientes entre el 6 % y el 7 %, permitiendo un contacto más cercano con los jardines y el suelo. Estas plataformas incorporan mobiliario integrado que invita a la permanencia y favorece una experiencia más inmersiva con la vegetación y los procesos naturales del paisaje.

## Sistema de Recreación Activa y Productivo

El programa recreativo busca ofrecer espacios flexibles para diferentes tipos de actividades.

El anfiteatro y la plaza versátil constituyen los principales espacios de encuentro, permitiendo el desarrollo de actividades culturales, mercados temporales, presentaciones artísticas, bailes folclóricos, obras de teatro y eventos comunitarios.

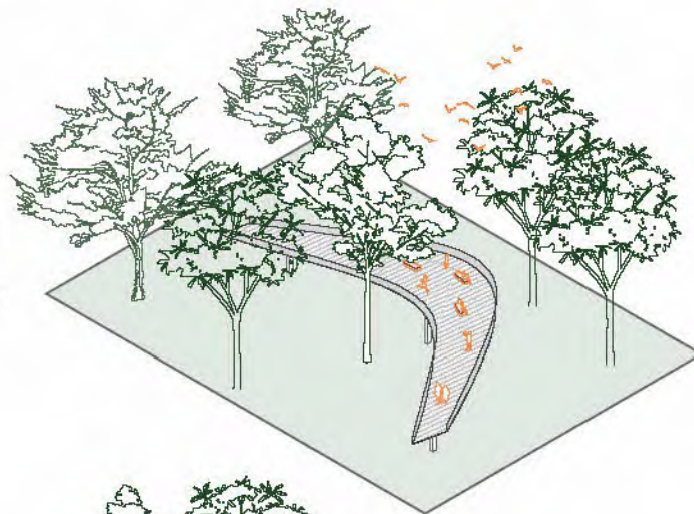
Los espacios de contemplación se distribuyen entre los bosques de retención, incorporando mobiliario que invita al descanso y a la observación del paisaje natural (ilustración 81).

Las áreas de *picnic* responden a las condiciones productivas actuales del suelo, integrando senderos de carácter cítrico y productivo vinculados con mesas de estancia. Esta estrategia fomenta la valoración del paisaje agrícola y promueve el consumo de productos locales.

Por otro lado, el área de recreación comunitaria está destinada al juego infantil y al descanso, incorporando zonas de hamacas y mobiliario diseñado con piezas de madera y elementos textiles. Entre estos se incluyen redes para trepar, columpios tejidos y hamacas, generando un espacio lúdico

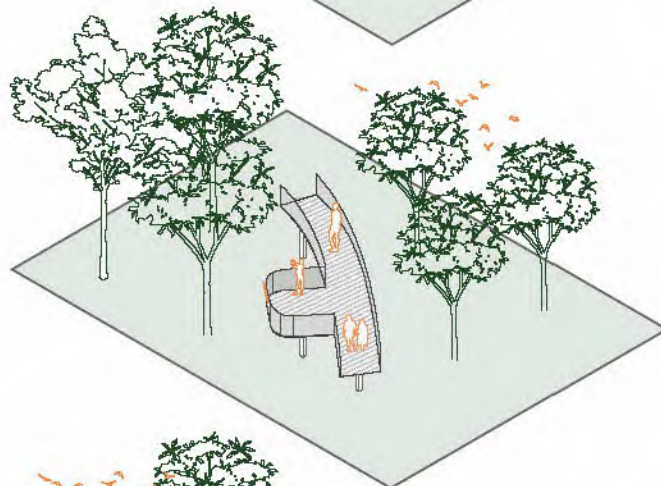
### Área de contemplación

Zonas con mobiliario para estancia



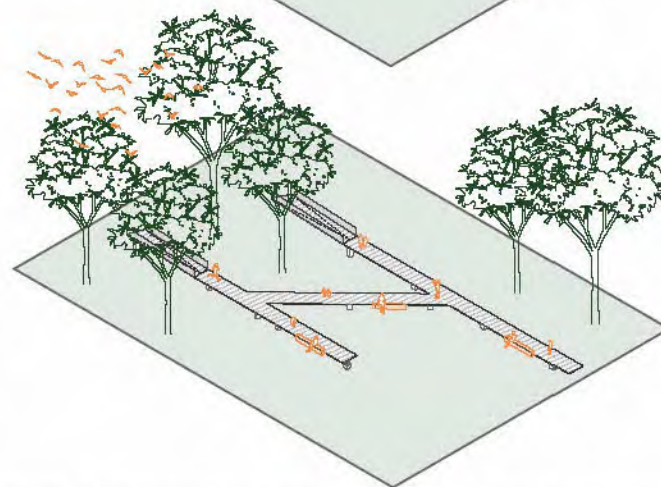
### Miradores

Espacios transitorios de observación.



### Plataformas de aproximación

Espacio de inmersión hacia jardines y mayor contacto con los mismos.



**Ilustración 81.** Diagrama conceptual de las áreas de contemplación, miradores y plataformas de aproximación.

Se distinguen por su función y nivel de interacción con el paisaje: las áreas de contemplación favorecen una estancia prolongada mediante mobiliario permanente; los miradores funcionan como espacios de observación vinculados al recorrido de los senderos; y las plataformas de aproximación permiten un descenso de 50 cm para facilitar el contacto directo con los jardines.



## Jardín polinizador

A diferencia de los jardines de lluvia, el jardín polinizador prioriza especies vegetales con alta producción floral y gran atractivo para insectos y otros organismos polinizadores, fortaleciendo así los procesos ecológicos del parque.

Para potenciar este objetivo se incorporan elementos verticales denominados refugios polinizadores, contruidos a partir de troncos y piezas de madera dispuestas de manera que generan cavidades naturales donde diferentes especies pueden refugiarse, reproducirse y completar su ciclo biológico. Estos elementos complementan la vegetación y contribuyen a incrementar la biodiversidad y la estabilidad ecológica del ecosistema.

## Normativa

Para materializar la propuesta y desarrollar el plan maestro bajo un marco normativo, se tomaron como referencia las Normas Especiales para la Ciudad Jardín en la Región Interoceánica, adoptando dos de sus categorías de uso de suelo: **Turismo Natural (TN1)** y **Área Verde No Desarrollable (PnD)**. Adicionalmente, se contempló el cumplimiento de la Ley 1 de 1994 (Legislación Forestal de Panamá), la cual establece una servidumbre de protección de 10 metros a cada margen de los cauces naturales (**SERV-P**).

La selección de esta normativa responde al objetivo de conservar el carácter natural del sitio mediante una intervención antrópica mínima, priorizando la relación entre el usuario y el paisaje, así como la gestión integral del agua y la restauración ecológica del río. En consecuencia, de las 19.08 hectáreas que conforman el área de intervención, únicamente 2.2 hectáreas corresponden a la categoría **TN1**, localizadas fuera de la huella de inundación. El resto del proyecto se desarrolla bajo la categoría Área Verde No Desarrollable (**PnD**), específicamente en las zonas **PnD-1**, **PnD-2** y **PnD-3**, donde, debido a su condición inundable, no se plantean edificaciones permanentes. Las únicas intervenciones corresponden a senderos elevados, caminos permeables, plataformas de contemplación y sanitarios universales con sistemas de disposición mediante pozos, garantizando la funcionalidad del parque sin comprometer la dinámica natural del río.

### Turismo Natural - [ TN1 ]

| Superficie de lote          | Retiro frontal, lateral y posterior | Superficie dura e impermeable | Área de construcción cerrada | Altura                                                   | Estacionamientos                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| min.<br>5,000m <sup>2</sup> | min.<br>10.00                       | min. 5%<br>máx. 15%           | máx. 5%                      | 1 planta que no sobrepase la altura media de los árboles | 1 espacio cada 500m <sup>2</sup> en lotes de 5-2 ha. |

**Tabla 10.** Parámetros de desarrollo de la normativa de Turismo Natural (TN1) establecidos en las Normas Especiales para la Ciudad Jardín de la Región Interoceánica.

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*

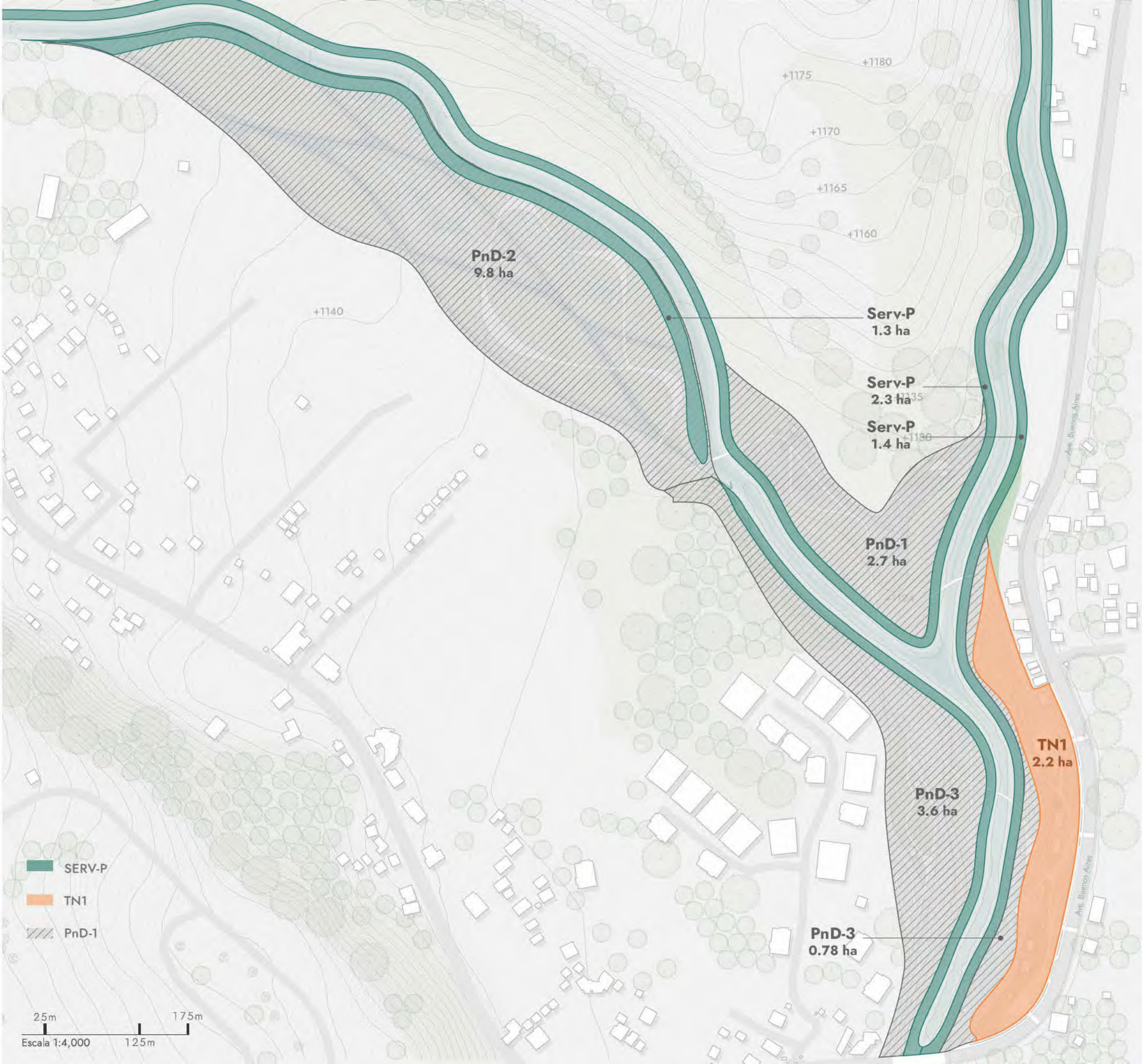


Dentro de la normativa **TN1**, la propuesta cumple con los requerimientos establecidos para el área mínima del lote y los retiros reglamentarios. Asimismo, las edificaciones permanentes conformadas por el centro de visitantes, el pabellón educativo, el edificio administrativo y el área de mantenimiento representan únicamente el 3.6 % del área total como superficie construida cerrada. Por su parte, las superficies duras, anfiteatro y plaza, ocupan aproximadamente el 4.1 % del terreno, sin embargo se prioriza la materialidad permeable.

En cuanto a la altura de las edificaciones, estas se diseñan considerando la escala del bosque existente, permitiendo que la vegetación continúe siendo el elemento predominante del paisaje. De esta manera, las construcciones se integran visualmente con el entorno, evitando convertirse en los elementos protagonistas del parque.

Finalmente, la normativa establece un requerimiento de 44 estacionamientos, los cuales se distribuyen entre espacios para personal administrativo, visitantes, mantenimiento, personas con movilidad reducida, autobuses y ambulancias. Además, se incluyen 20 estacionamientos para bicicletas y una zona de *drop-off*, fortaleciendo la accesibilidad y promoviendo una movilidad más sostenible y diversificada.

Plan maestro - normativa  
escala 1:4000





## Áreas cerradas

Las áreas cerradas corresponden al Sistema de Servicios y Apoyo, conformado por los equipamientos destinados a satisfacer las necesidades básicas de los usuarios y garantizar el funcionamiento operativo del parque. Estas edificaciones no se conciben como elementos de gran escala ni como hitos arquitectónicos, sino como estructuras discretas que se integran al paisaje y responden a criterios de funcionalidad, accesibilidad y bajo impacto visual.

Los radios representados en el plano corresponden a un área de cobertura de 50 metros alrededor de cada equipamiento, con el propósito de evidenciar la accesibilidad y distribución de los servicios dentro del parque. El centro de visitantes, el pabellón educativo y el edificio de administración y mantenimiento incorporan, dentro de sus respectivas huellas de construcción, sanitarios universales y áreas destinadas al reciclaje y la gestión de residuos.

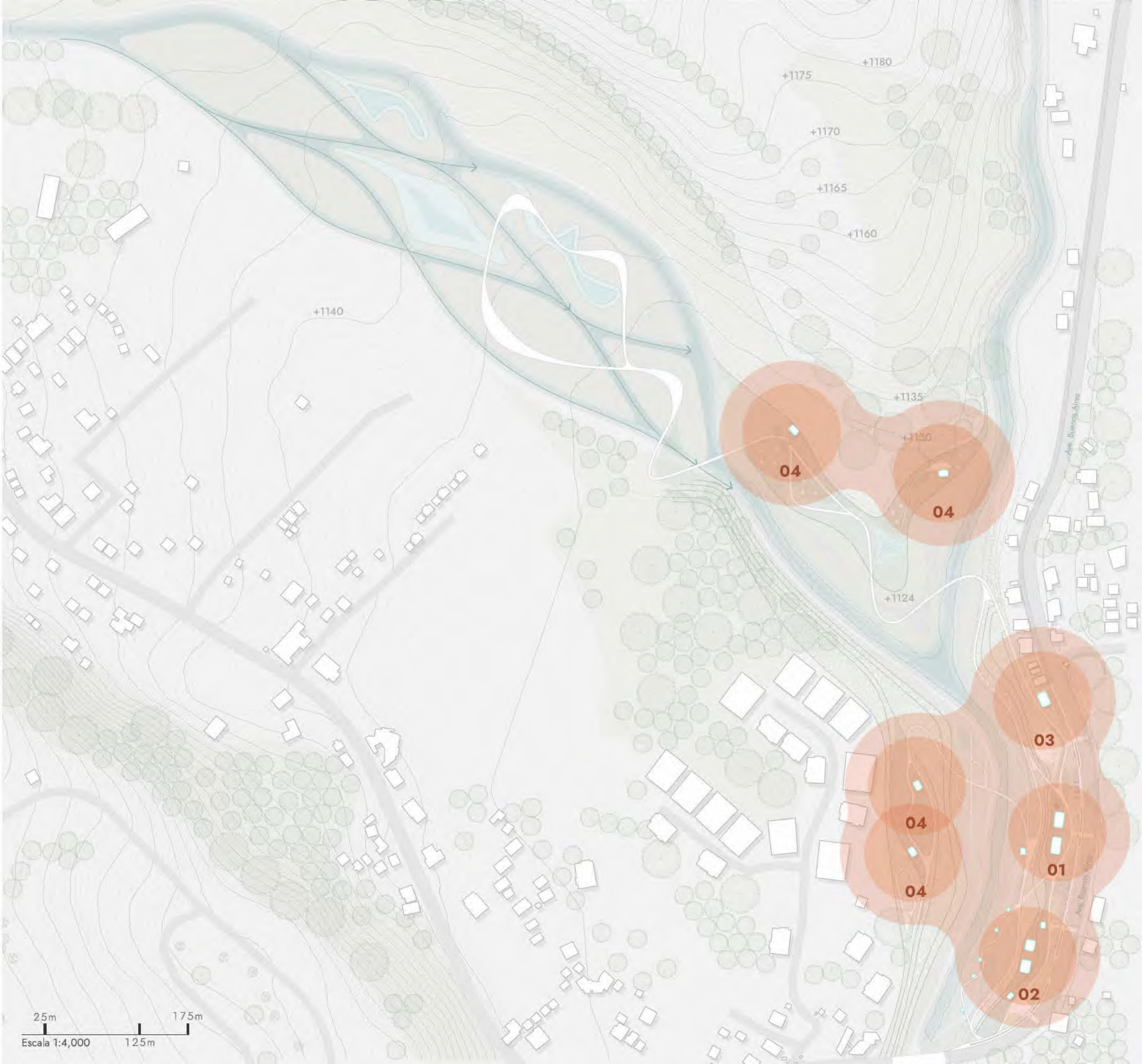
Adicionalmente, se proponen cuatro módulos independientes de sanitarios universales (65m<sup>2</sup>), estratégicamente ubicados en los sectores de mayor distancia respecto a las edificaciones principales, como las áreas de *picnic*, los senderos que conducen hacia los bosques de retención y el recorrido que cruza el río. Esta distribución garantiza que los servicios básicos se encuentren disponibles de manera equitativa a lo largo del parque, mejorando la experiencia y accesibilidad de los usuarios.



- 01** Centro de visitantes
- 02** Pabellón educativo y de interpretación
- 03** Administración y mantenimiento
- 04** Sanitarios universales
-  Radio de alcance 50m

Plan maestro - áreas cerradas  
escala 1:4000

Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete





## Recorrido y accesibilidad

Los recorridos y el sistema de accesibilidad del parque contemplan distintos modos de desplazamiento, garantizando la circulación de peatones, ciclistas, vehículos y personas usuarias de silla de ruedas mediante una red de caminos jerarquizada e inclusiva.

La movilidad peatonal [4.7 km] constituye el principal sistema de recorrido, permitiendo acceder a la totalidad de los senderos y espacios del parque. En aquellos sectores donde las condiciones topográficas lo requieren, los caminos incorporan escalinatas con huellas de 0.30 m y contrahuellas de 0.17 m.

Por su parte, los recorridos destinados a ciclistas y personas con movilidad reducida [4.4km] se desarrollan mediante senderos accesibles que priorizan tramos planos o con pendientes longitudinales de hasta 2 %, complementados con rampas que no superan el 7 % de inclinación. Esta configuración permite acceder a la gran mayoría de los espacios del parque, garantizando una experiencia segura, continua e inclusiva sin alterar significativamente la topografía existente.

La circulación vehicular [2.3km] se restringe exclusivamente al acceso desde la avenida Buenos Aires hacia la zona de estacionamientos, evitando su ingreso al interior del parque. De esta manera, se prioriza la movilidad peatonal y ciclista, favoreciendo un entorno más seguro, tranquilo y en armonía con el carácter natural del proyecto.

Cabe destacar que el ancho mínimo de los caminos es de 1.50 m, dimensión que garantiza la circulación de usuarios y, en caso de emergencia o de requerirse asistencia, permite el acceso de carritos de *golf* de servicio hacia cualquier sector del proyecto (Anexo 3).





Plan maestro- recorrido y accesibilidad  
escala 1:4000

Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete





## Aceras y senderos

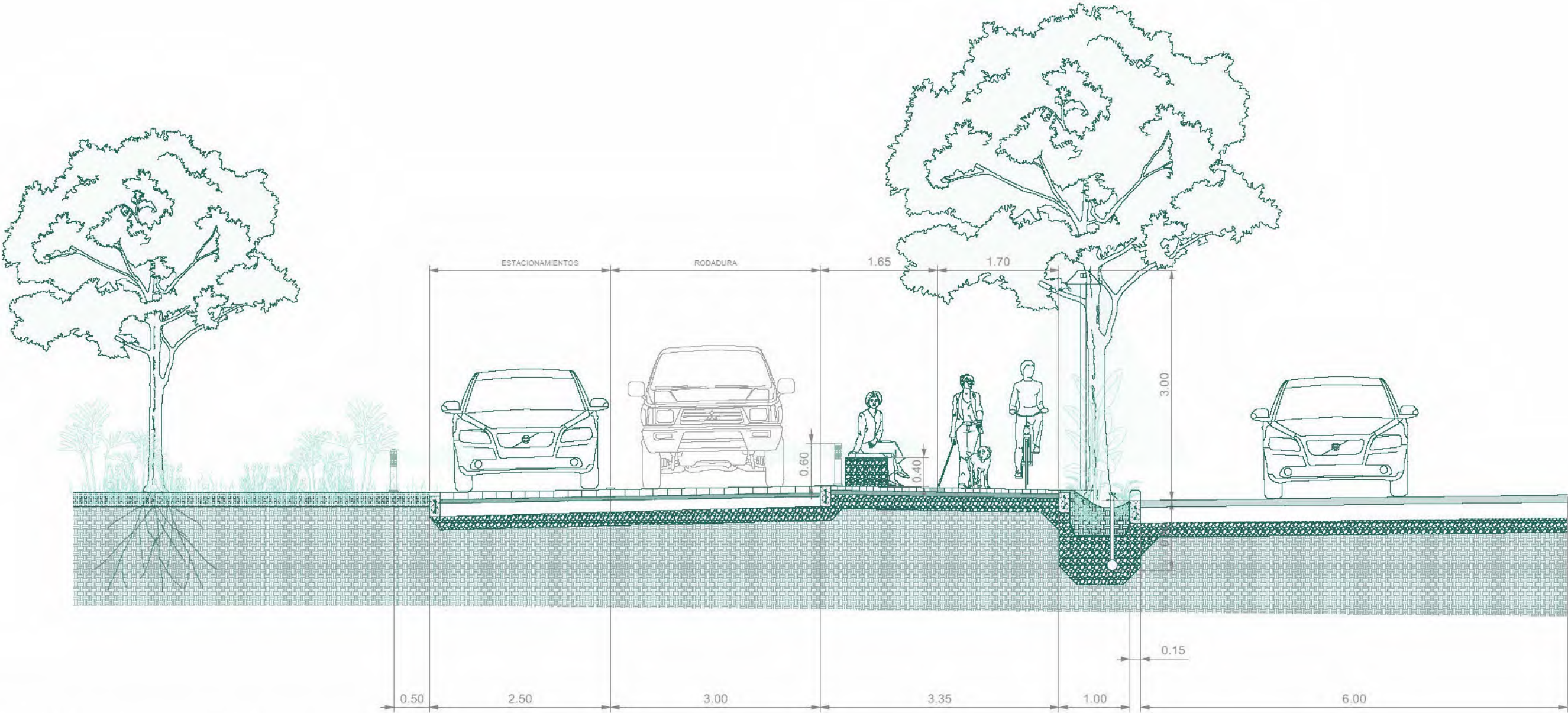
Siguiendo el concepto de recorridos y movilidad dentro del parque, se plantean distintas tipologías de caminos que responden a las necesidades de desplazamiento de los usuarios. La sección **A'-A'** representa uno de los escenarios donde se incorporan áreas de estacionamiento a lo largo del recorrido. En este sector, los estacionamientos se disponen de forma lateral hacia el interior del predio, permitiendo la continuidad de la acera sin interrupciones. La separación entre el área peatonal y la circulación vehicular se establece mediante bolardos y balizas, mientras que tanto los peatones como los ciclistas cuentan con la protección adicional de una biocuneta vegetada ubicada entre el camino multimodal y la avenida principal. Esta configuración busca reducir el impacto visual y funcional de los estacionamientos, mantener la continuidad de la vía principal y facilitar las maniobras de ingreso y salida de los vehículos.

Por otro lado, la sección **B'-B'** corresponde a otro escenario de la franja frontal del parque, donde no se contemplan áreas de estacionamiento. En este tramo, el espacio destinado a la movilidad activa se amplía mediante la incorporación de 1.65 m adicionales, proporcionando mayor comodidad y seguridad para la circulación de peatones y ciclistas, además de favorecer una experiencia de recorrido más amplia y continua.

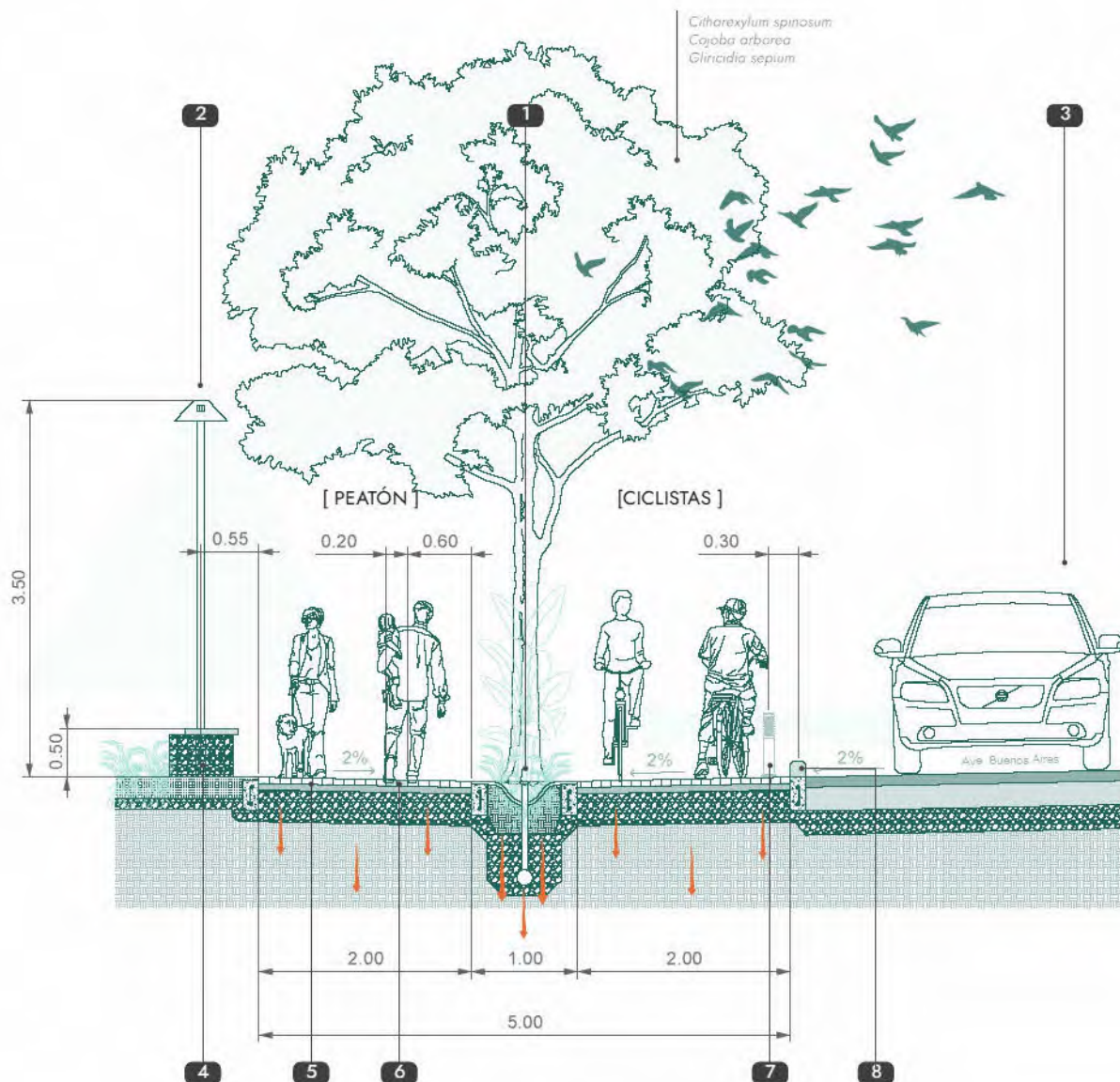
En cuanto al camino secundario representado en la sección **C'-C'**, se propone una sección con dimensiones adecuadas para garantizar un tránsito peatonal confortable dentro del parque. Asimismo, su ancho permite la circulación de carritos de *golf* destinados a labores de monitoreo, mantenimiento y asistencia.

Finalmente, la sección **D'-D'** corresponde a los tramos donde las condiciones topográficas impiden desarrollar el recorrido a nivel del terreno, por lo que el camino se resuelve mediante una estructura elevada. Al igual que en la sección anterior, se conserva el ancho mínimo requerido para permitir el paso de carritos de monitoreo y asistencia, mientras que, se minimiza la intervención sobre la topografía y la vegetación existente.





A'-A' Camino principal multimodal y estacionamientos



**B'-B' Camino principal multimodal**

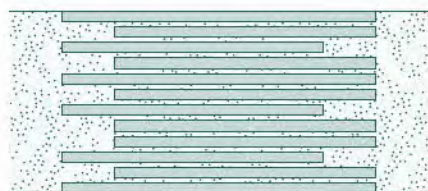
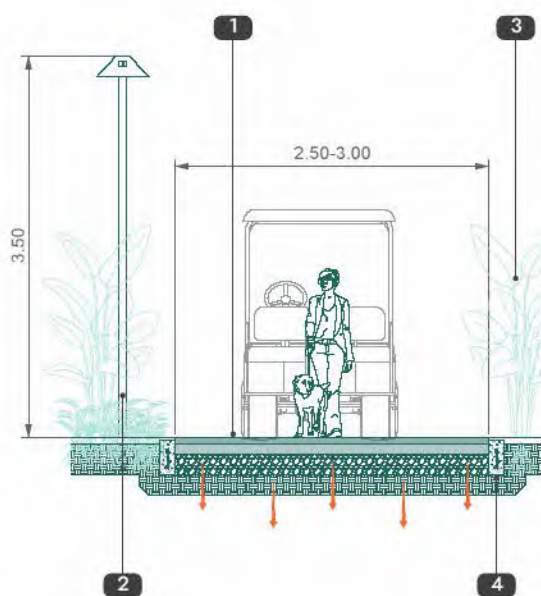
- |                                                                                                                         |                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Biocuneta para manejo de agua con tubería perforada y rebosadero con intercalación entre árbol y sistema de drenaje. | volcánicas del sitio con superficie de asiento de madera tratada para exterior. |
| 2. Luminaria alta 3.50m.                                                                                                | 5. Adoquines permeables 10x30cm color gris.                                     |
| 3. Rodadura avenida Buenos Aires                                                                                        | 6. Pieza podotáctil color gris (guía y alerta)                                  |
| 4. Mobiliario de base de gaviones con piedra                                                                            | 7. Baliza en carril de bicicletas.                                              |
|                                                                                                                         | 8. Cordón intermitente para flujo de agua.                                      |

Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete



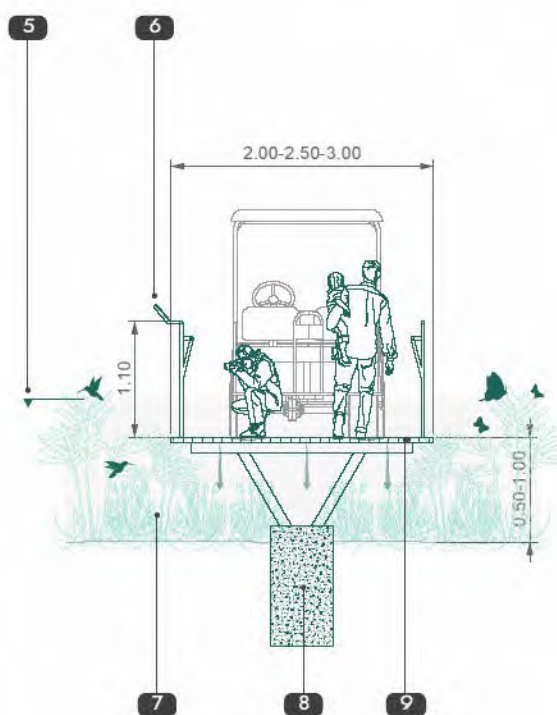
1. Pieza tipo listón de concreto con agregado de piedra volcánica, acabado grisáceo.
2. Luminaria alta 3.50m
3. Vegetación nativa paralela.
4. Contención de pavimentos
5. Nivel de inundación.
6. Baranda accesible integrada con señalización educativa e interpretativa + pasamanos con grabado *braille* de seguridad.
7. Jardín interpretativo.
8. Fundación de concreto + metal.
9. Parilla de acero inoxidable, accesible y permeable.

El patrón de pavimento de los caminos secundarios y mixtos toma como referencia la morfología de las formaciones geológicas basálticas propias de los suelos volcánicos presentes en la comunidad de Los Naranjos. La transición entre caminos mixtos y elevados se realizará de acuerdo con las condiciones topográficas del terreno, adaptándose a las variaciones de pendiente (7% máx.) y a los requerimientos específicos de cada tramo.



[ Patrón de Pavimento ]

**C'-C' Camino secundario y mixto**



**D'-D' Camino mixto y elevado**

## Criterios de alerta y seguridad

Para el manejo de señales de alerta y seguridad del parque, y sobre todo de los senderos ubicados en zonas más alejadas, se definieron elementos que sirven de aviso ante el inicio de crecidas del río y en épocas de lluvia, las cuales pueden monitorearse a partir de una estación hidrológica ubicada aguas arriba de la zona de intervención; de no existir una estación en dicha ubicación, deberá considerarse su instalación. Esta condición de ubicación permite contar con un margen de tiempo suficiente entre el inicio de la crecida y su llegada al parque, lo que hace viable activar el protocolo de desalojo con antelación.

Estas señales de alerta deberán monitorearse y activarse desde el edificio de administración y mantenimiento, centro principal encargado de velar por la seguridad de los usuarios del parque, desde donde, al inicio de la precipitación, se ordenará el desalojo de las zonas correspondientes.

En momentos de lluvia, el parque deberá desalojarse en todas sus zonas y para garantizarlo, serán necesarios recorridos por todos los senderos y áreas inundables, realizados en carritos tipo *golf*, cuyas dimensiones son aptas para transitar por los senderos. Las áreas inundables se señalarán con postes o marcadores con códigos de colores que indiquen las zonas a desalojar y los niveles que puede alcanzar el agua, retomando el lenguaje visual del proyecto Alluvial Decoder, en Raleigh, Carolina del Norte, de la firma A Gang of Three, adaptado aquí de una función conmemorativa a una función de alerta activa (ver anexo 4).

Adicionalmente, en las zonas de inundación donde existan senderos se emplearán únicamente postes de advertencia y sonido que emitan señales de desalojo y sirvan como canal de comunicación. Estos elementos deberán contar con una infraestructura resistente, colocarse en lugares altos y seguros, y contemplar sistemas no invasivos.

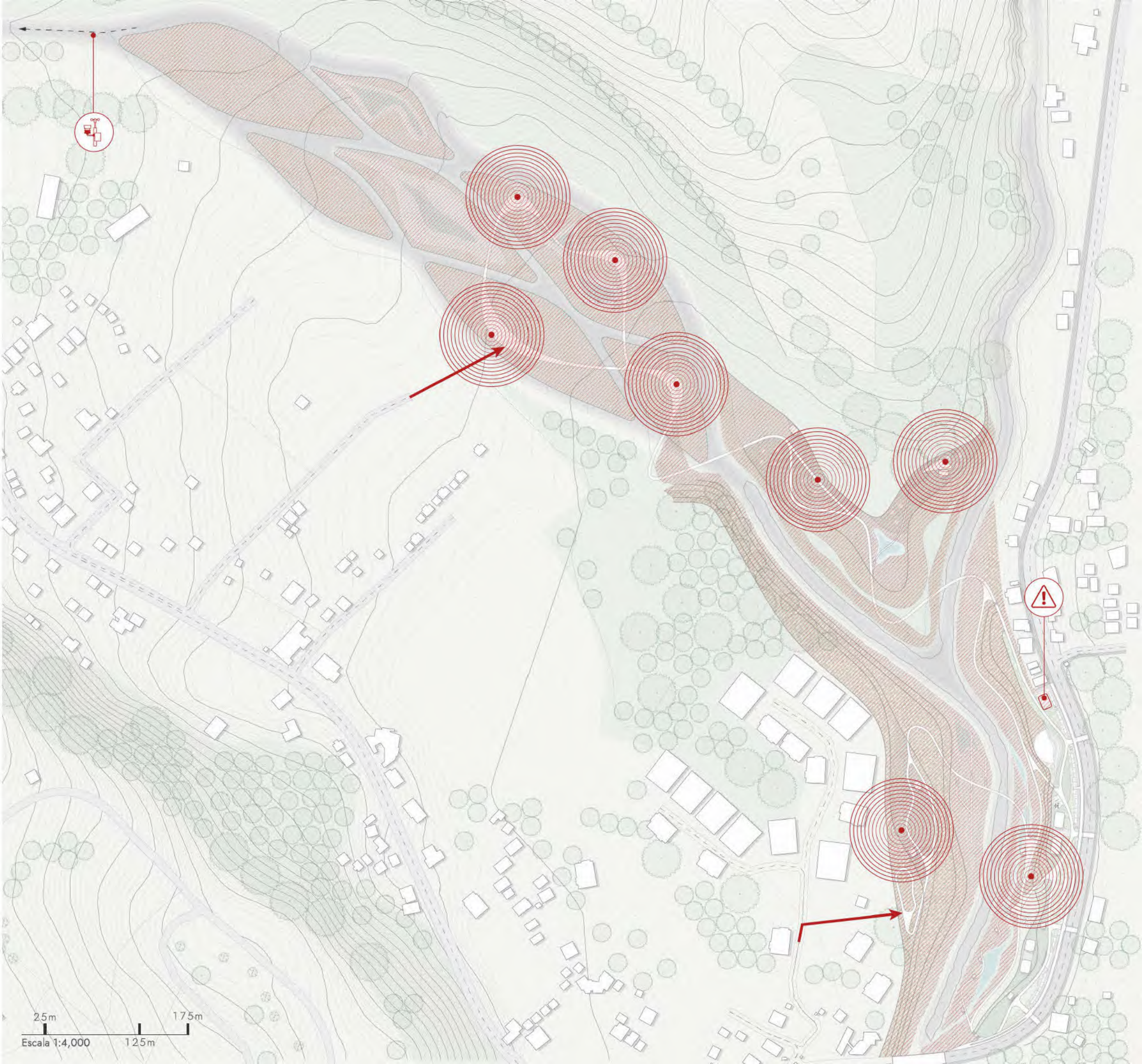
Cabe resaltar que el acceso principal al parque se da por la avenida Buenos Aires. Sin embargo, se dejará establecida una ruta de desalojo conectada con los caminos existentes en la parte lateral izquierda del río, de modo que, en caso de que por motivos de tiempo o porque la avenida no se encuentre habilitada, los usuarios cuenten con otra ruta de evacuación desde los senderos más alejados.



-  Punto de monitoreo
-  Zona superior para estación hidrológica
-  Salidas de evacuación secundarias propuestas
-  Puntos de advertencia sonora y de comunicación
-  Zonas de inundación a desalojar

Plan maestro - Alerta y seguridad  
escala 1:4000

Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete





## Estrategia 01

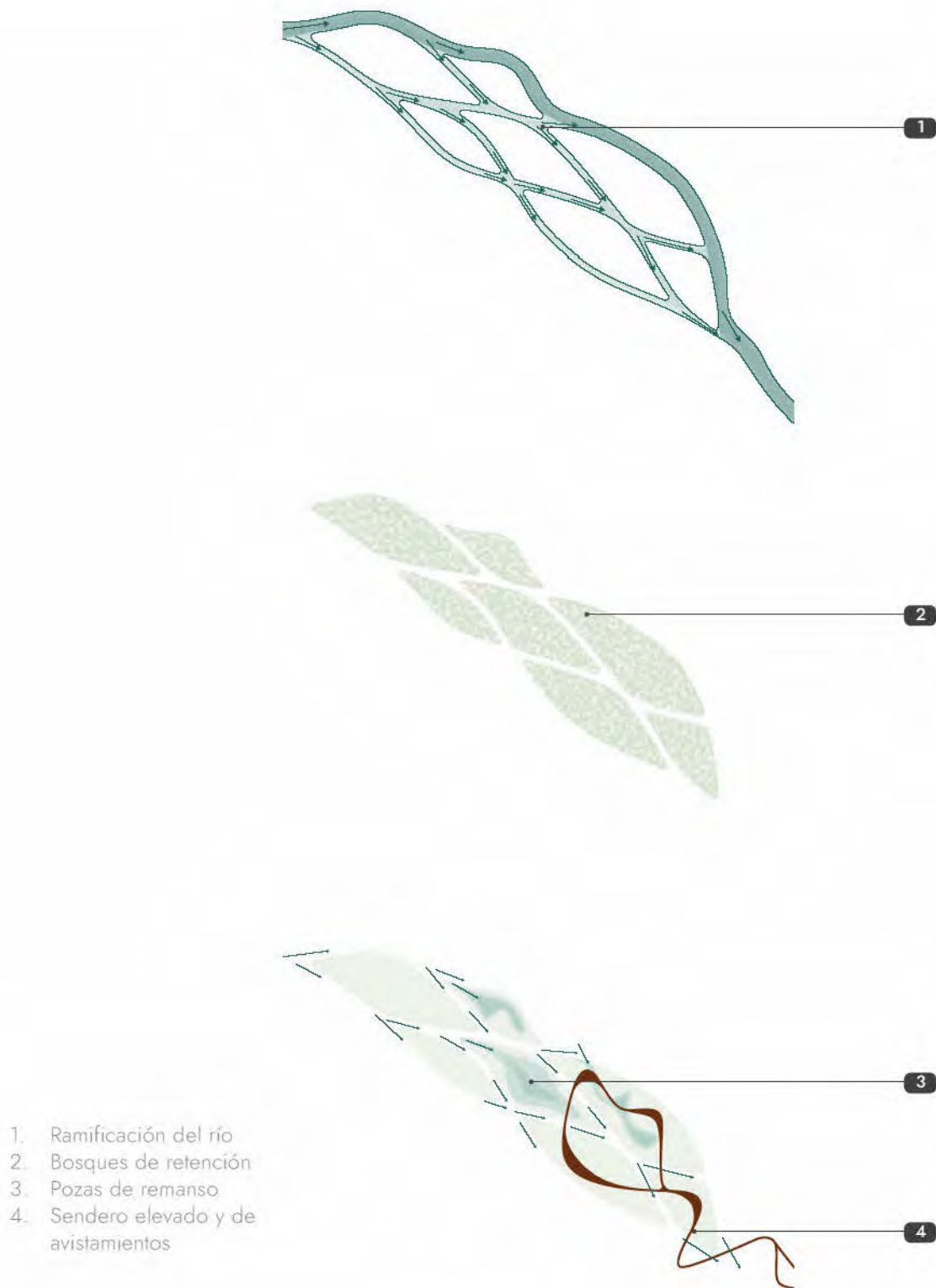
**Ecosistema de amortiguación ante zona de confluencia ligado a la creación de hábitats y espacios de contemplación.**

La estrategia 01 se centra en la gestión hídrica y la restauración ecológica mediante la ramificación del río y la creación de bosques de retención. Esta intervención transforma el cauce en la zona de estudio, pasando de una configuración sinuosa a un sistema trenzado. Las nuevas ramificaciones alcanzan una longitud de 2.4 km y un ancho de 10 m, equivalente a la mitad del cauce principal, favoreciendo una mayor interacción entre el agua y el paisaje, mientras que, su profundidad será la mitad del cauce principal o en un rango entre 50-75 cm.

Como resultado, se generan siete zonas de bosques de retención con superficies que oscilan entre 5,802 m<sup>2</sup> y 16,332.32 m<sup>2</sup>, destinadas a la restauración ecológica mediante la siembra de especies arbóreas (Infraestructura Verde - IV). Adicionalmente, se incorporan tres pozos de remanso (Infraestructura Azul - IA) con una superficie total de 11,305.40 m<sup>2</sup>, diseñados para almacenar el exceso de agua durante eventos de inundación y contribuir a la regulación hídrica del área.

La intervención prioriza la recuperación de los procesos ecológicos y el fortalecimiento de la biodiversidad local, promoviendo hábitats para diversas especies, la polinización y el avistamiento de aves. Para permitir la observación de este ecosistema sin afectar sus dinámicas naturales, se proponen senderos elevados y puntos de observación, concebidos exclusivamente para la interpretación ambiental y tomando como referencia los senderos naturales de Boquete.





Para la conformación de los bosques de retención se seleccionaron cinco especies vegetales en función de su capacidad para contribuir a la restauración ecológica y mejorar la resiliencia del ecosistema ante eventos de inundación. El acceso a esta zona contemplativa se realiza a través de un sendero con una configuración mixta, alternando entre tramos elevados y a nivel del terreno, el cual se conecta con el parque inundable principal y las zonas de resguardo.

Antes de ingresar al circuito interno de los bosques de retención, el recorrido atraviesa la zona de confluencia entre los dos cauces ramificados. En este punto se ubica un jardín de sedimentos (15,484.66m<sup>2</sup>) en la cota más baja y, en la parte superior, un jardín de lluvia (673.75 m<sup>2</sup>) diseñado para captar y gestionar el nivel máximo de inundación. Como transición entre estos espacios y el circuito ecológico, se incorpora una zona productiva compuesta por senderos cítricos y áreas de *picnic* (977.68 m<sup>2</sup>), aprovechando el carácter agrícola existente del sitio. A partir de este punto inicia el recorrido principal dentro de los bosques de retención.

1. Senderos elevados
2. Pozas de remanso [x3]
3. Espacios de contemplación
4. Sendero productivo
5. Espacio de siembra nativa
6. Jardinera de lluvia
7. Zona de sedimentos
8. Áreas de *picnic*
9. Sanitarios universales

-  Tramos a nivel de suelo
-  Tramos elevados
-  Área de siembra
-  Área de grama versátil







## Estrategia 02

### Paisaje ecológico de encuentro a través de parque inundable.

El parque inundable se estructura mediante el manejo de la topografía en los laterales del cauce principal del río Caldera. Se proponen movimientos de tierra con una diferencia aproximada de 6 m respecto al nivel de la calle, conformando terrazas de 1 m de altura que reducen las pendientes y favorecen el control de las escorrentías.

Para la gestión hídrica y la restauración ecológica, se implementan cinco tipologías de jardines y áreas verdes con funciones específicas. Los jardines de lluvia (29,163.25 m<sup>2</sup>) se ubican en las cotas más bajas, junto con pozos de remanso (3,452.64 m<sup>2</sup>), seguidos por el jardín de sedimentos (15,484.66 m<sup>2</sup>) en la parte central (C). En las zonas más elevadas se prioriza la siembra de especies nativas (40,725.55 m<sup>2</sup>) adaptadas a inundaciones, complementadas con áreas de grama (7,447.72 m<sup>2</sup>) y jardines para polinizadores (1,245.27 m<sup>2</sup>), vinculados al programa de interacción social. Los jardines de lluvia incorporan depresiones de entre 0.50 m y 0.70 m para el almacenamiento temporal de agua y especies resistentes a la humedad, como *Zephyranthes rosea*. Por su parte, el jardín de sedimentos combina superficies rocosas para retener y filtrar sedimentos, reduciendo su transporte y aportando nutrientes al suelo.

El sistema de recorridos se organiza en cuatro niveles: un camino multimodal (2,020.97 m<sup>2</sup>) conectado con la Avenida Buenos Aires, una red principal de senderos secundarios en la zona de resguardo (8,432.82 m<sup>2</sup>) y recorridos mixtos (3,851.3m<sup>2</sup>) y elevados (870m<sup>2</sup>) que conectan las distintas áreas del parque y sus bordes ribereños.

Con una superficie total de aproximadamente 18.3 ha, cerca de 2.2 ha corresponden a la zona de resguardo (R) de Turismo Natural, considerada el sector menos propenso a inundaciones y concentrando además el programa de actividades y las estructuras permanentes del proyecto (1,958.30 m<sup>2</sup>). El área restante funciona como espacio inundable para la retención temporal del agua antes de su llegada a las comunidades.



[ TOPOGRAFÍA ]



[ GESTIÓN HÍDRICA Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA ]



[ RECORRIDOS Y EXPERIENCIA ]



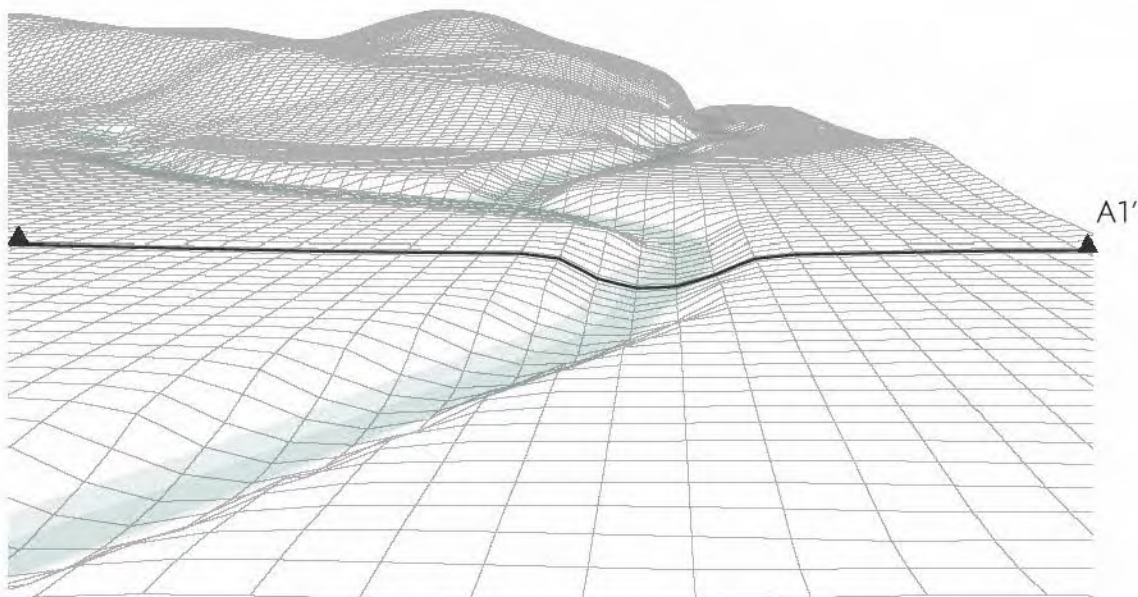
[ PROGRAMA ]



El programa del parque se organiza verticalmente en tres zonas. La zona inferior está destinada principalmente a actividades pasivas; la zona central concentra los usos más activos y de interacción social; mientras que la zona superior se enfoca en actividades productivas, estableciendo una transición gradual entre los distintos niveles de uso del espacio.



## [ ANTES ]



El manejo de la **topografía** constituye la estrategia principal de la intervención, al permitir reducir las pendientes y, con ello, disminuir la vulnerabilidad a la erosión. La conformación de terrazas de 1 m de altura reduce las pendientes iniciales del 30 % a valores entre el 9 % y el 12 %, favoreciendo el retroceso y la expansión de la llanura de inundación y generando mayores áreas para la implementación de infraestructura verde destinada a recibir las crecidas del río.

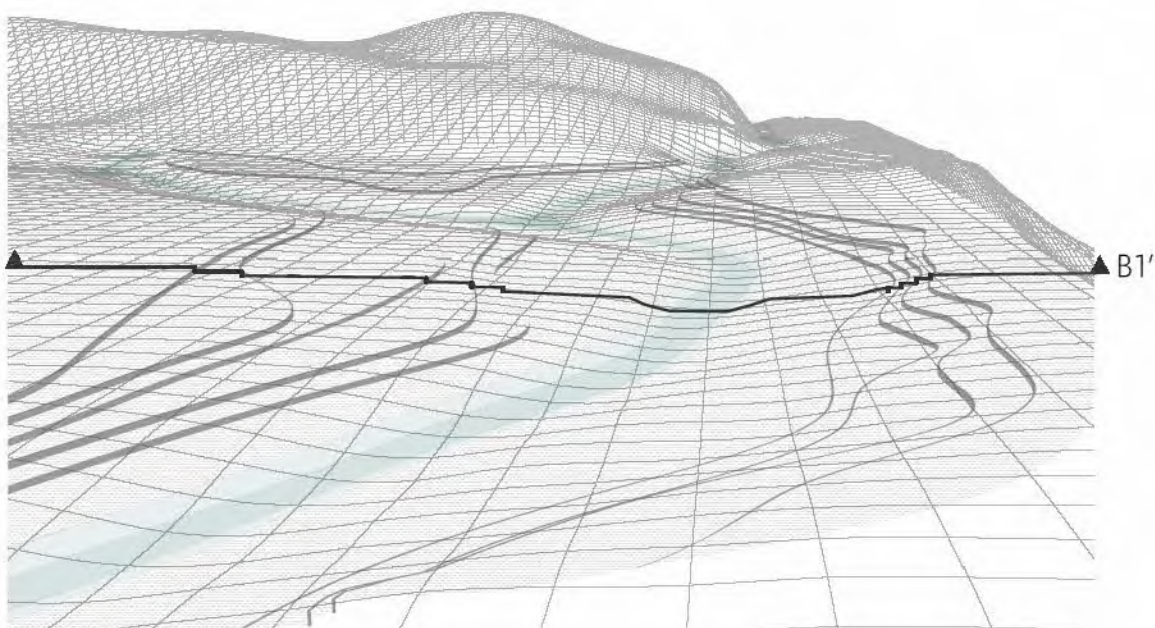


Sección A1'

Sección de la condición existente del río, evidenciando márgenes con pendientes pronunciadas del 30 %, las cuales limitan el acceso y la interacción con el cauce.



## [ DESPUÉS ]



Sección B1'

Sección propuesta del río, con pendientes suavizadas entre 9% y 12% y terrazas escalonadas cada metro. En esta sección se calculan aproximadamente 490 m<sup>2</sup> de corte, los cuales se distribuyen a lo largo de los 1 km de intervención del río.

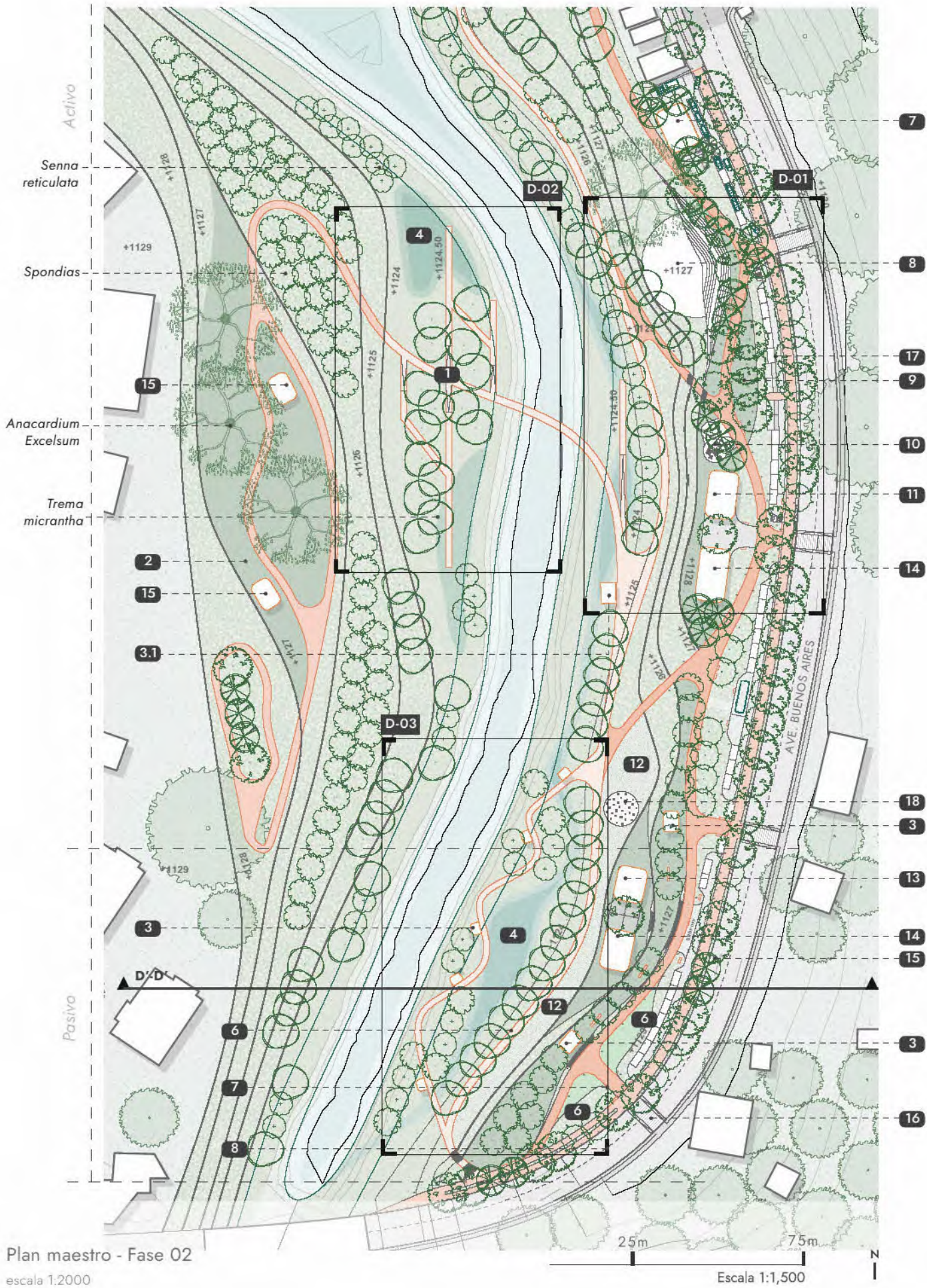
## Articulación de la propuesta

A partir del Plan maestro de la Fase 02, se identifica que el **acceso** principal al parque se realiza desde la avenida Buenos Aires, mediante cuatro pasos peatonales tipo pompeyano ubicados cada 150 m. Estos conectan con el camino multimodal principal y permiten el ingreso directo a la zona de resguardo. A lo largo del frente del parque se distribuyen cuatro áreas de estacionamiento con capacidad para 44 vehículos, incluyendo 4 espacios destinados a personas con movilidad reducida, cumpliendo con el 5 % mínimo reglamentario establecido para estacionamientos accesibles y representando un 2% del área del proyecto. En el sector inferior, también colindante con la vía, se incorpora una zona de *drop-off* para el ascenso y descenso rápido de pasajeros sin interferir con el tráfico, especialmente destinada a buses escolares con acceso cercano a los pabellones educativos de la zona pasiva.

El parque contempla tres conjuntos de estructuras permanentes. En la zona activa, el edificio de administración y mantenimiento (7) (150m<sup>2</sup>) se ubica en un punto elevado y apartado, acompañado de dos espacios de estacionamiento. El centro de visitantes (11-14) (330m<sup>2</sup>), por su parte, se integra con el punto de información y seguridad en una ubicación central, incorporando sanitarios universales y estaciones de reciclaje y manejo de residuos cercanas a las áreas de mayor actividad, como el mercado de productores locales (9) (260m<sup>2</sup>), el anfiteatro y la plaza (8) (900m<sup>2</sup>) y el área de recreación comunitaria (10) (100m<sup>2</sup>). En la zona pasiva se localizan los pabellones educativos e interpretativos (245m<sup>2</sup>), también equipados con sanitarios universales y puntos de manejo de residuos. Como complemento, se plantean cinco miradores (3) (12 m<sup>2</sup>) que funcionan como miradores directos, además de un mirador principal (3.1) (32m<sup>2</sup>) de mayor escala en la zona activa. Las plataformas de aproximación descienden 0.50 m respecto al nivel del sendero para fortalecer la conexión con los jardines, mientras que, la Memoria al Volcán es un espacio con mobiliario escultórico en concreto con agregado de basalto, que evoca la formación geológica del sitio y refuerza su identidad paisajística.

- |                                                                                                             |                                                               |                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  tramos a nivel de suelo | 1. Plataformas de aproximación                                | 10. Área de recreación comunitaria                                                                                     |
|  tramos elevados         | 2. Área versátil de grama                                     | 11. Centro de visitantes                                                                                               |
|  área de siembra         | 3. Mirador x8                                                 | 12. Jardín polinizador                                                                                                 |
|  área de grama versátil  | 4. Jardín de lluvias                                          | 13. Pabellón educativo principal (25-30 personas) con sanitarios universales y punto de reciclaje y manejo de residuos |
|                                                                                                             | 5. Pabellón de interpretación y educación para 5 personas c/u | 14. Sanitarios universales + manejo de residuos                                                                        |
|                                                                                                             | 6. Zona de yoga y ejercicio para 100 personas                 | 15. Área de <i>drop-off</i>                                                                                            |
|                                                                                                             | 7. Edificio de adm. y mantenimiento                           | 16. Pasos peatonales cada 150m                                                                                         |
|                                                                                                             | 8. Anfiteatro y plaza versátil (+500 personas)                | 17. Estacionamientos                                                                                                   |
|                                                                                                             | 9. Áreas de ferias de productores locales                     | 18. Memoria al Volcán                                                                                                  |







## Estacionamientos

La zona de **estacionamientos** se ubica en la franja frontal del parque, colindante con la avenida Buenos Aires, aprovechando un área fuera de la zona inundable y concentrando la circulación vehicular en el perímetro para preservar el interior del parque como un espacio prioritariamente peatonal.

Para mejorar la seguridad y la integración paisajística, se incorporan franjas de vegetación que funcionan como barreras entre los vehículos y las áreas de circulación peatonal, además de aportar sombra y favorecer la infiltración del agua.

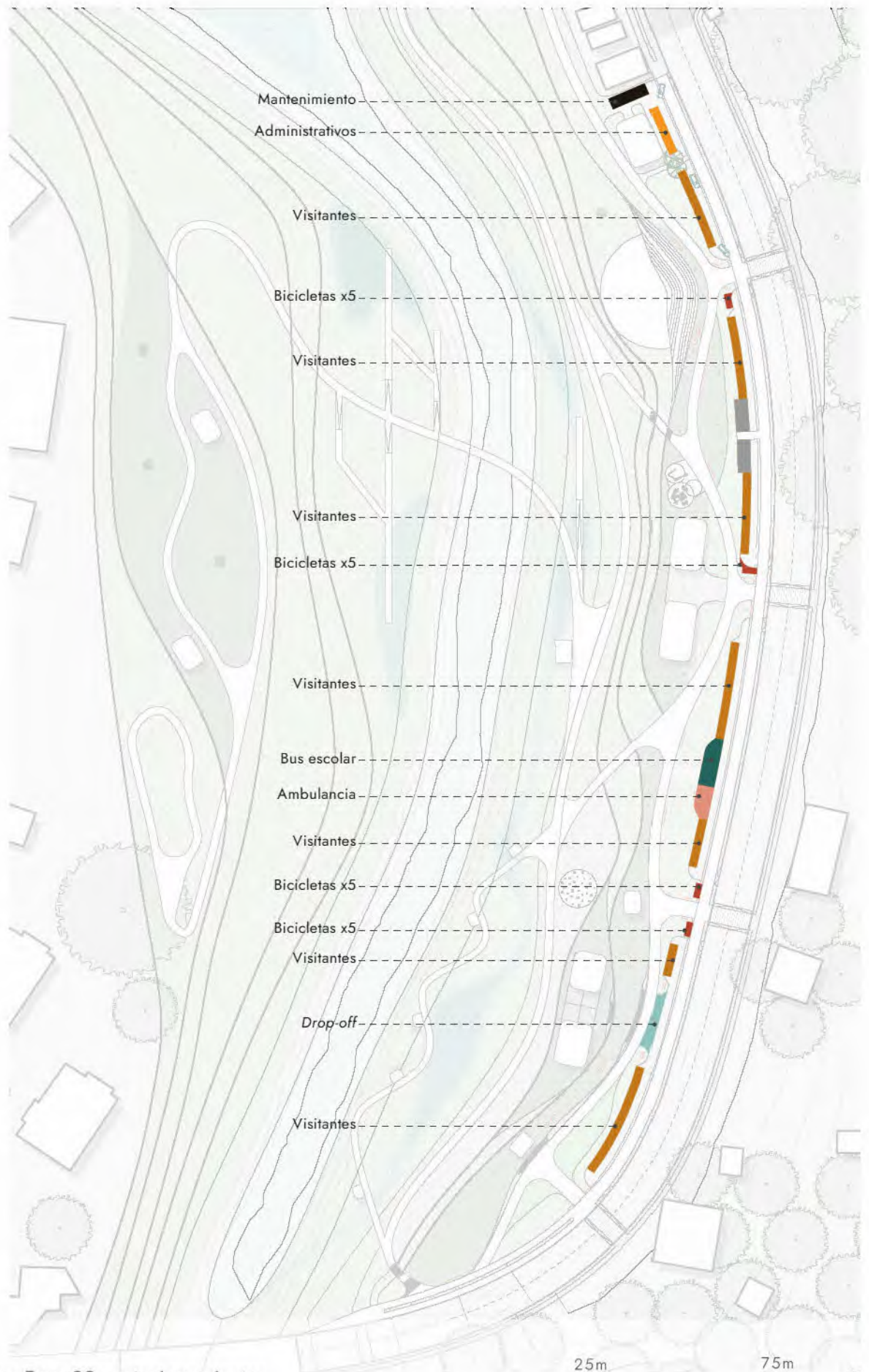
El acceso vehicular se realiza mediante una rampa, ya que la acera peatonal se mantiene elevada 15cm para dar prioridad al peatón. Los estacionamientos administrativos y de mantenimiento se ubican junto a su respectivo edificio, mientras que los espacios para autobuses y ambulancias se localizan en una posición estratégica, permitiendo un acceso y salida más rápidos en caso de emergencia.

Los estacionamientos para bicicletas se distribuyen en módulos de cinco unidades junto a los accesos principales y conectados con los recorridos peatonales. Por su parte, las plazas para personas con movilidad reducida se sitúan próximas al centro de visitantes y cumplen con las dimensiones y condiciones de accesibilidad establecidas por la normativa del SENADIS.

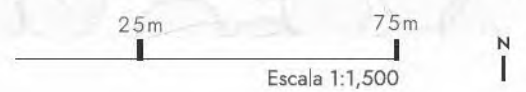
Finalmente, la zona de *drop-off* se ubica cercano al pabellón educativo, facilitando el ascenso y descenso rápido de pasajeros sin interferir con la circulación vehicular y acceder de forma rápida al parque.

|                                                                                     |       |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------|
|  | [x35] | Visitantes                       |
|  | [x3]  | Administrativos                  |
|  | [x1]  | Mantenimiento                    |
|  | [x3]  | Movilidad reducida               |
|  | [x20] | Bicicleta                        |
|  | [x1]  | Ambulancia                       |
|  | [x1]  | Bus escolar                      |
|  | [x1]  | Zona de espera / <i>drop-off</i> |





Plan maestro Fase 02 - estacionamientos  
escala 1:2000



**Ilustración 82.** Ampliación de zona de estacionamiento de zona frontal del parque.





Como se mencionó anteriormente y se observa en la Ilustración 82, la disposición lateral de los estacionamientos en la franja frontal del parque permite el desarrollo de una acera continua y libre de interrupciones. No obstante, para garantizar el adecuado funcionamiento de esta configuración, se incorporan diversos elementos de diseño que favorecen la seguridad y comodidad tanto de peatones como de conductores. Entre ellos destacan las balizas y los cordones ubicados en los accesos vehiculares, cuyo diseño respeta los radios mínimos de giro necesarios para facilitar las maniobras de ingreso y salida de los vehículos. Estos elementos delimitan los espacios de estacionamiento, protegen el recorrido peatonal y contribuyen a ordenar la circulación, sin representar un obstáculo para las maniobras vehiculares.

- |                                                        |                                                                            |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1. Acera peatonal continua y rampa de acceso vehicular | 8. Estacionamiento para camión de mantenimiento                            |
| 2. Estacionamientos laterales                          | 9. Acceso hacia zona de mantenimiento                                      |
| 3. Mobiliario urbano                                   | 10. Localización propuesta para edificio de administración y mantenimiento |
| 4. Acceso hacia parque                                 |                                                                            |
| 5. Luminaria alta (postes)                             |                                                                            |
| 6. Luminaria baja (baliza)                             |                                                                            |
| 7. Paso peatonal propuesto                             |                                                                            |

## Mobiliario y artefactos urbanos

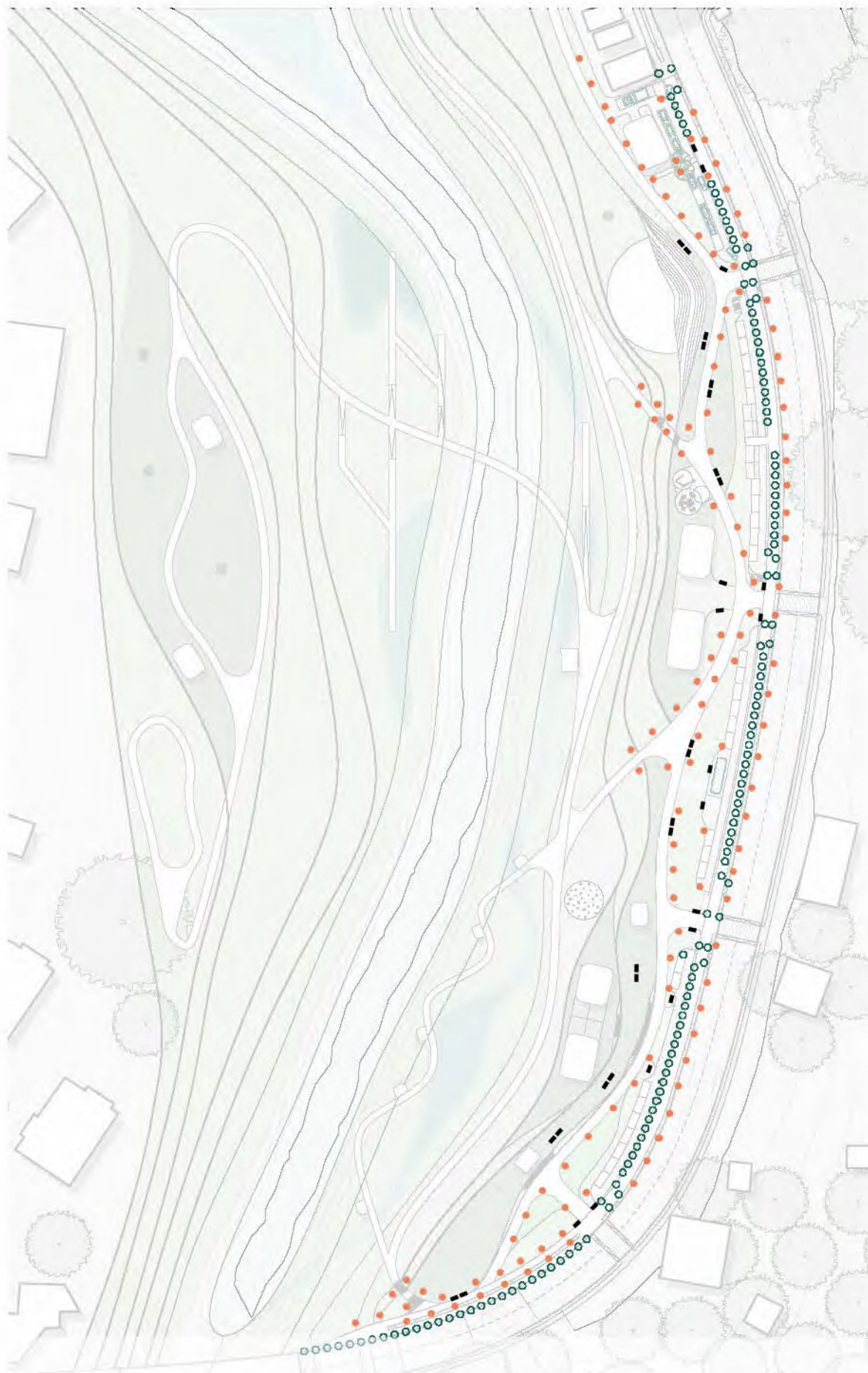
La ubicación de las luminarias se limita exclusivamente a las 2.2 ha correspondientes a la zona de resguardo, evitando la incorporación de infraestructura eléctrica dentro de las áreas destinadas al sistema de infraestructura verde-azul y reduciendo así su impacto sobre los procesos ecológicos.

Las luminarias de mayor altura se distribuyen principalmente en el interior del parque, al tiempo que, las de menor altura se ubican hacia el perímetro colindante con la avenida Buenos Aires. Su disposición y ángulo de iluminación garantizan una adecuada visibilidad tanto para los peatones como para los conductores, contribuyendo a la seguridad de los accesos.

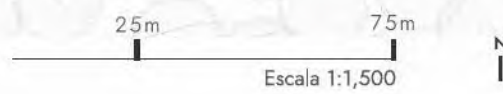
Por su parte, el mobiliario, especialmente las bancas, se localiza en los principales accesos, áreas con mayor cobertura arbórea y espacios de permanencia, como el anfiteatro y otros puntos destinados a la contemplación y el descanso.

-  Luminaria alta [x 135 ]
-  Luminaria baja [x 137 ]
-  Bancas [x 37 ]





Planta General Fase 02 - mobiliario, luminarias y artefactos  
escala 1:2000



## Criterios para el mobiliario y artefactos urbano

El mobiliario y los elementos urbanos, se concentran únicamente en las áreas de resguardo e interacción, con el objetivo de reducir los requerimientos de mantenimiento y limitar la intervención en las zonas de carácter más natural, destinadas principalmente a funciones ecológicas y de conservación. Los elementos se distribuyen de la siguiente manera:

**Mobiliario urbano:** se ubicará exclusivamente en las zonas de interacción y actividad destinadas al encuentro, descanso y recreación con un total de 43 bancas para 3 personas cada una y 13 mesas para *picnic* en zona productiva. El diseño de las bancas se compone de una base estructura base de gaviones de estructura de aluminio galvanizado relleno de piedras volcánicas con asiento de madera tratada para exterior mientras que las mesas de *picnic*, de igual forma, comparten este último material.

**Luminarias:** se emplearán 80 balizas a lo largo del camino principal multimodal, con una separación aproximada de 3.50 m entre unidades. Adicionalmente, se instalarán 107 postes de iluminación de mayor altura en el camino principal y en el sendero secundario, con distancias de entre 8 y 10 m. Todas las luminarias serán de color gris oscuro y contarán con una temperatura de color entre 3000 K y 4000 K.

**Basureros:** se localizarán únicamente en las áreas activas del parque, incluyendo el anfiteatro, los mercados locales, las zonas de recreación comunitaria y los accesos principales. Estos complementarán los puntos de reciclaje previstos en el proyecto. Se contempla un total de 9 unidades.

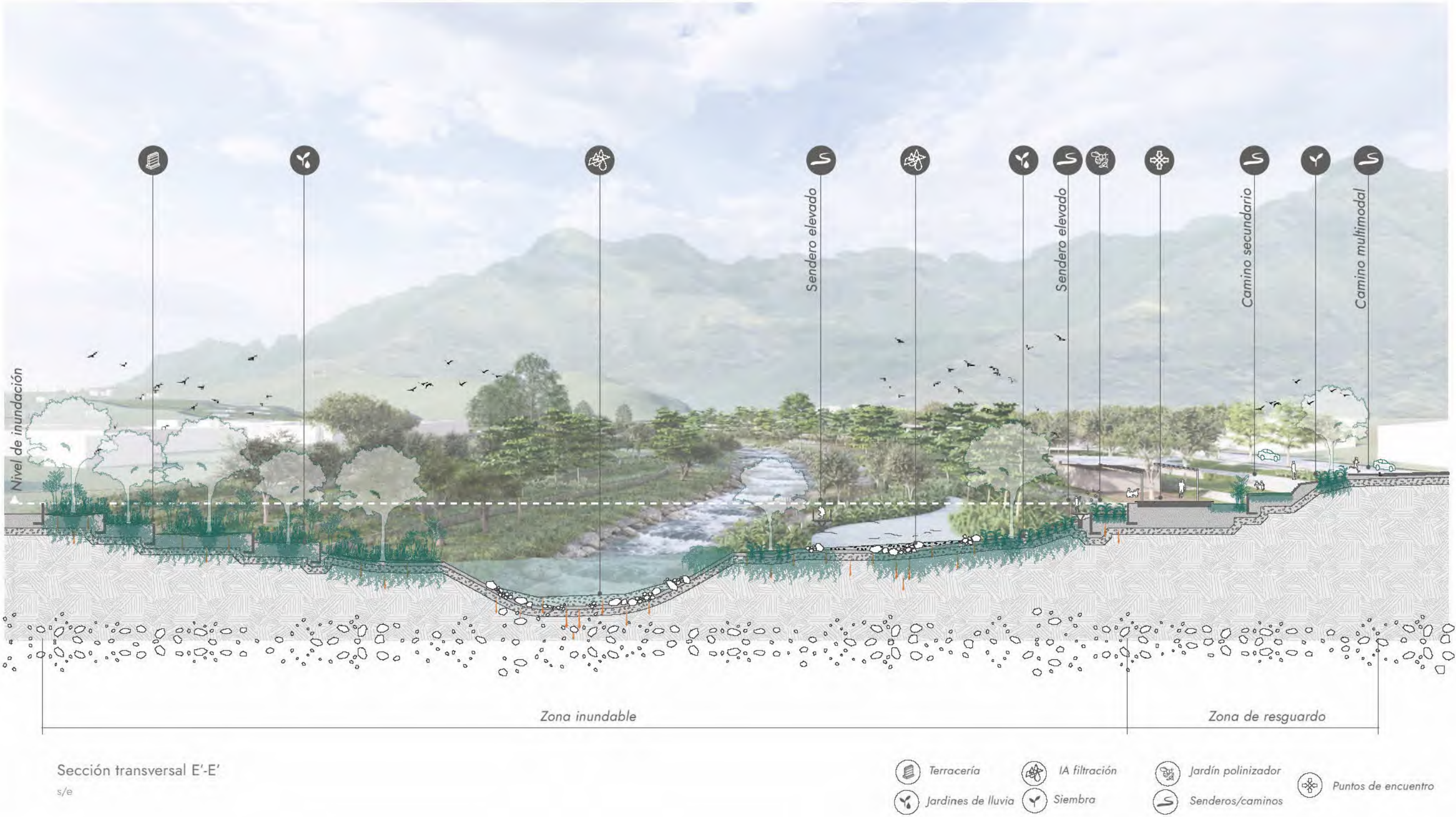
**Bebederos:** se instalarán en el anfiteatro, las zonas de juegos infantiles, el punto de encuentro y los pabellones educativos, para un total de 5 unidades.

**Señaléticas:** se ubicarán en los cuatro accesos al parque y tendrán una función orientativa. Asimismo, los miradores incorporarán señalización integrada en las barandas con información sobre la flora y fauna del sitio. Las áreas de *picnic*, contemplación y las plataformas de aproximación contarán, además, con señalización de orientación y precaución.

Todos estos artefactos deberán cumplir con características para exterior y los colores deberán mantenerse en tonos negros, grises o los que combinen con el tono de las señalizaciones.



**Ilustración 83.** Sección transversal del río y el parque mostrando el manejo de la topografía a través de terrazas, la filtración de los jardines y el nexo con los espacios de uso público como pabellones.





## Criterios arquitectónicos

La arquitectura de los elementos construidos del proyecto se plantea bajo criterios bioclimáticos, incorporando ventilación cruzada, muros de piedra y concreto visto, y cubiertas ligeras de losa plana con una pendiente del 2 % para el drenaje de aguas pluviales como lo muestra la Ilustración 84. Se procura que estas edificaciones mantengan una escala discreta e integrada al paisaje, minimizando su impacto visual sobre el entorno natural, además de respetar con los lineamientos de altura de la normativa establecida.

Estos criterios conceptuales son aplicables para todas las edificaciones localizadas en el plan maestro como los pabellones, centro de visitantes y edificio de administración y mantenimiento.

**Ventilación cruzada:** las edificaciones se diseñarán para prescindir de sistemas de refrigeración mecánica, empleando exclusivamente ventilación natural. Entre los principales lineamientos se establece elevar la cubierta sobre los muros, generando un espacio de ventilación en la parte superior que alcance todos los ambientes internos.

**Materialidad:** se emplearán materiales locales, como madera tratada para exteriores en ciertos acabados y muros de piedra con un grosor no menor a 30 cm, que aporten una sensación de robustez a las edificaciones; el concreto rústico se utilizará como acabado complementario a los dos anteriores. Todos los elementos metálicos deberán ser aptos para exterior y de color cobrizo, similar al del acero corten.

**Altura:** las edificaciones deberán respetar la normativa vigente y la altura media de los árboles del entorno, sin que en ningún caso sea inferior a 3 metros.

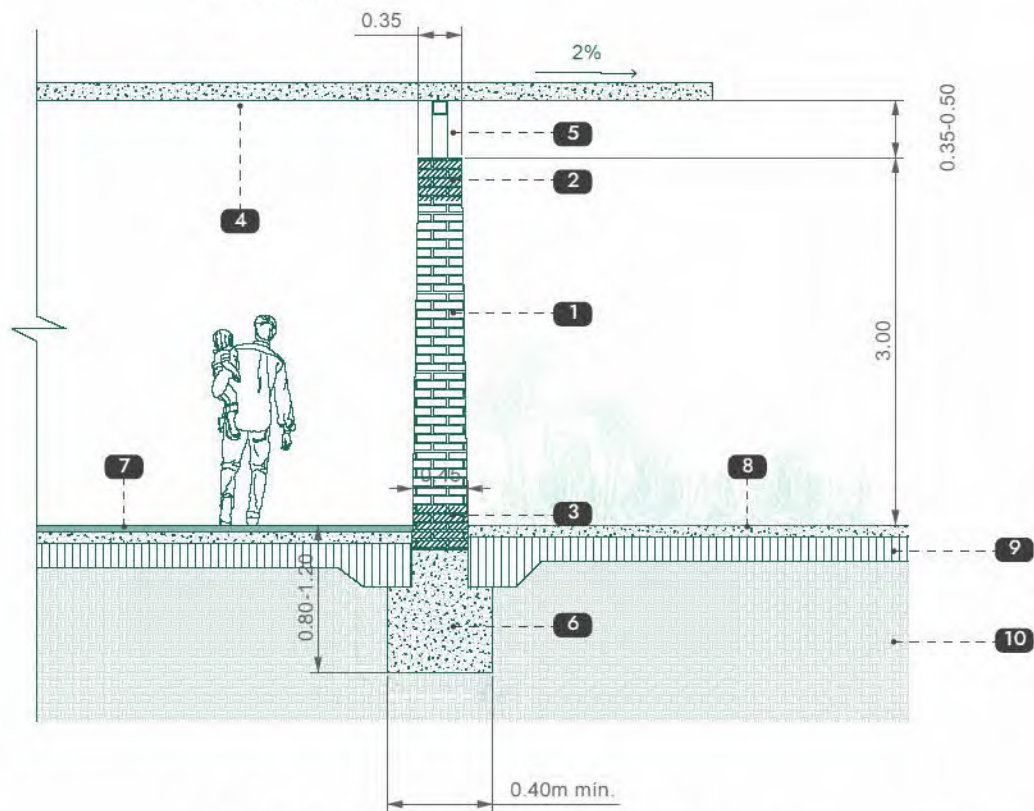
**Flexibilidad de usos:** los pabellones y centros de visitantes prescindirán de estructuras internas permanentes, priorizando salones flexibles que permitan disponer mobiliario rotativo o instalaciones temporales, e incluso habilitar la conexión entre espacios interiores.

**Accesibilidad universal:** en todo edificio o pabellón que lo amerite, se contemplarán rampas con una pendiente máxima del 6 %–7 %. Cubierta. Podrá resolverse mediante losa de concreto ligera con una inclinación del 2 % para el drenaje; no se permitirán techos de zinc ni de policarbonato.



**Niveles y elevación sobre el suelo:** Cuando una edificación requiera elevarse sobre el nivel del suelo, ya sea para alcanzar una determinada altura u otro fin, podrá hacerlo mediante un basamento, el cual deberá desplazarse hacia el interior del contorno de la edificación, de modo que no resulte perceptible desde el exterior. Se recomienda que, en estos casos, se conserve una circulación perimetral cuyo pasillo cubra visualmente dicho basamento.

1. Muro de mampostería de piedras naturales grisáceas irregulares de tamaños entre 200x100x50mm a 400x200x150mm con juntas de 10-15mm.
2. Remate del muro: piedras con pendiente, o juntas de mortero conformadas con pendiente.
3. Capa de barrera impermeable: sellado con recubrimiento bituminoso.
4. Cubierta ligera de concreto con 2% de pendiente sobre estructura metálica.
5. Estructura metálica con acabado cobrizo, anclada a la cimentación por requerimientos estructurales y recubierta por el muro de mampostería.
6. Cimentación de concreto reforzado.
7. Acabo de interior de madera tratada o concreto rústico.
8. Losa de concreto exterior
9. Tierra compacta
10. Suelo natural



**Ilustración 84.** Sección conceptual de lineamientos para estructura permanentes como pabellones y centro de visitantes.



Las siguientes ampliaciones muestran distintos puntos representativos del parque, destacando los elementos y características que definen cada uno de estos espacios:

*Paseo peatonal propuesto*

*Anfiteatro y plaza*

*Estacionamientos para visitantes*

*Área para mercados locales*

*Estacionamientos para movilidad reducida*

*Área de recreación comunitaria*

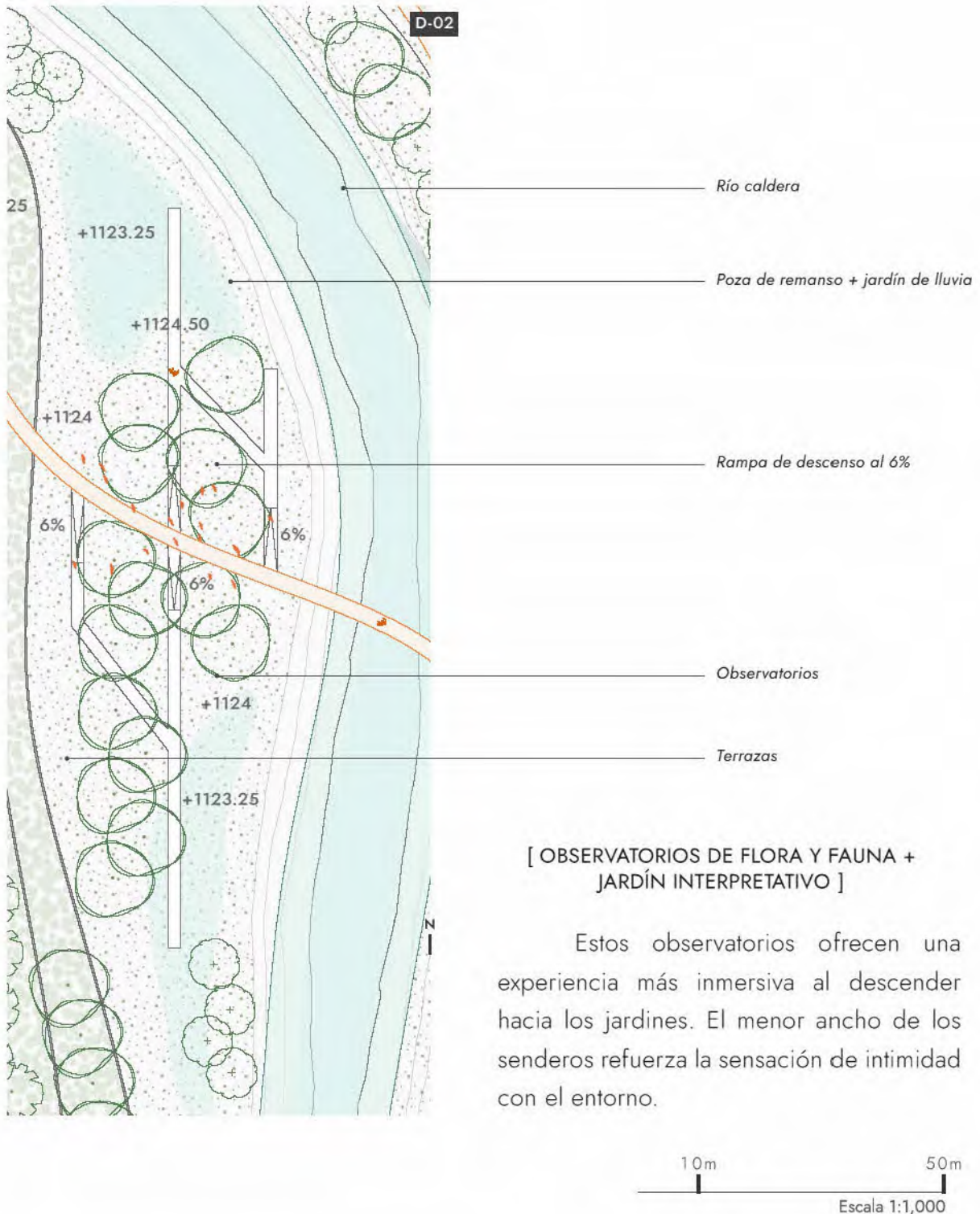
*Pabellón educativo, sanitarios universales y manejo de residuos*

#### [ ZONA ACTIVA DE ZONA DE RESGUARDO ]

En esta zona se concentra la mayor actividad del parque, permitiendo la coexistencia de diversos programas, como el anfiteatro, el mercado de productores locales y las áreas de juegos infantiles.







[ OBSERVATORIOS DE FLORA Y FAUNA +  
JARDÍN INTERPRETATIVO ]

Este sendero permite una experiencia cercana al río, favoreciendo la interacción directa con el paisaje mientras se eleva sobre los pozos de remanso.

Memoria al volcán

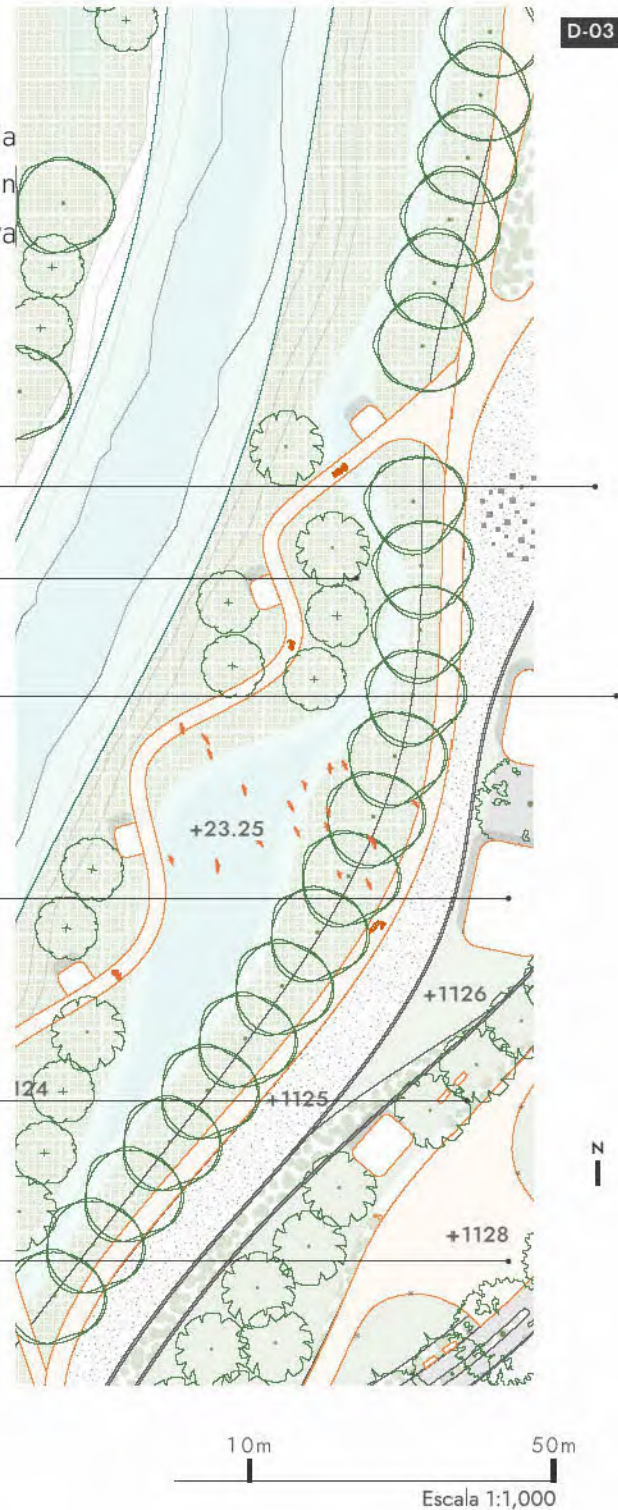
Mirador inundable

Pabellón educativo

Jardín polinizador

Miradores

Área de yoga / ejercicio





[ ZONA CONTEMPLATIVA SOBRE POZOS DE REMANSO Y RAMIFICACIÓN DEL RÍO ]

Esta zona ofrece una experiencia más inmersiva y pasiva, alejándose del resto de los espacios para favorecer la conexión con la biodiversidad local y destinándose únicamente al recorrido y la observación.

Pozas de remanso

Sendero en área de  
Contemplación de 3m

Observatorios elevados



10m

50m

Escala 1:1,000

## Los sistemas dentro del Parque

Los siguientes diagramas buscan visualizar las características de las distintas zonas representativas del parque, destacando los elementos que las definen de acuerdo con la función que desempeñan dentro de la propuesta:

El espacio de contemplación en la zona de amortiguación, correspondiente a la estrategia 01, se configura mediante un sendero elevado a 1,00 m sobre la superficie natural. Esta condición permite el desarrollo de vegetación en el estrato inferior y favorece el crecimiento de especies de mayor porte sin interferencias.

En todo el parque se contemplan barandas de 1,10 m de altura en áreas con desniveles superiores a 50 cm. Este sistema integra, además, señalización educativa incorporada en el propio diseño de las barandas, reforzando su función interpretativa.

En este sector se identifican dos condiciones paisajísticas contrastantes: por un lado, el río con flujos rápidos y dinámicos; y por otro, zonas de remanso que generan espacios de mayor calma y contemplación dentro del recorrido.

Para las plataformas de aproximación, la dinámica se mantiene; sin embargo, estos espacios descienden 50 cm mediante una pendiente del 6%, con el fin de establecer una conexión más directa con los jardines y la fauna. En esta zona, las barandas se eliminan al estar solo 50cm sobre nivel del suelo.





## Los sistemas dentro del Parque

Para la zona productiva se proponen espacios complementarios entre sí, como el sendero de cítricos y el área de *picnic*. Con ello se busca potenciar la capacidad productiva del sitio y responder a las condiciones actuales del terreno, incorporando cultivos como limón, mandarina, entre otros aptos para este tipo de entorno.

Las áreas de activación en la zona de resguardo se ubican de forma paralela a la avenida Buenos Aires, constituyéndose como el principal punto de acceso al parque y a los senderos. El anfiteatro funciona tanto para espectáculos y presentaciones como para plaza de eventos. El acceso se realiza mediante una escalera central de 3 m de ancho, con contrahuellas de 0,17 m. Las graderías, de 1 m de ancho, permiten múltiples formas de uso, ya sea para sentarse o recostarse durante las actividades. En esta zona, los materiales combinan adoquines y áreas de grama, favoreciendo la flexibilidad, permeabilidad y versatilidad del espacio.



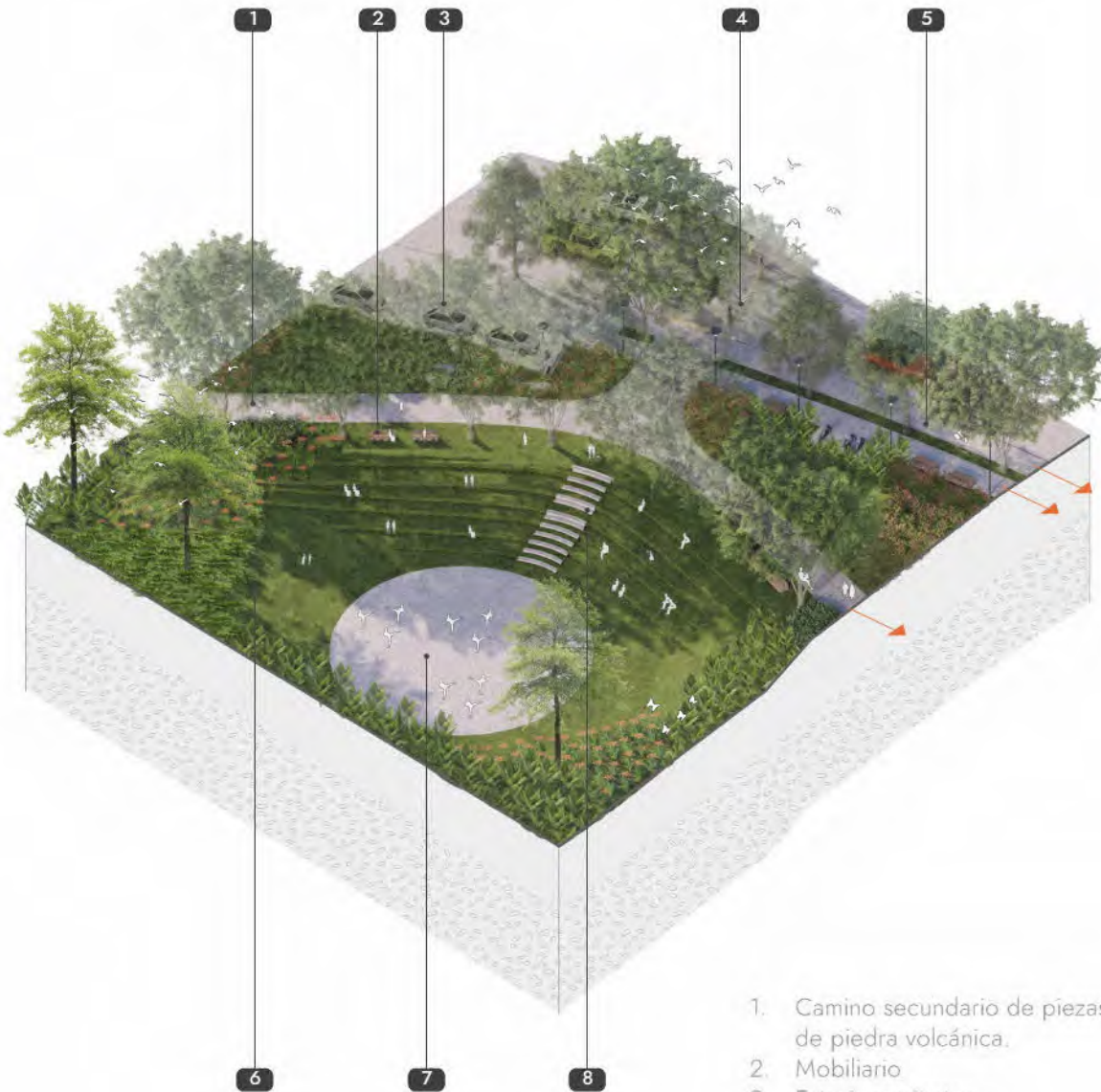
Sistema productivo y sensorial



- 1. Camino de plantación de cítricos
- 2. Área de *picnic*
- 3. Huerto productivo

Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete

Activaciones en zona de resguardo



- 1. Camino secundario de piezas de piedra volcánica
- 2. Mobiliario
- 3. Estacionamientos
- 4. Paso peatonal desde Ave. Buenos Aires
- 5. Camino multimodal (peatonal+bicicleta)
- 6. Área de grama versátil
- 7. Plaza + anfiteatro
- 8. Gradas de descanso



Las siguientes imágenes presentan vistas del resultado de la propuesta, permitiendo apreciar la aplicación de los espacios, la vegetación y los elementos característicos que conforman el diseño del parque. A través de estas visualizaciones es posible identificar la materialidad empleada, las experiencias espaciales que se buscan generar y el concepto rector de la propuesta, basado en la gestión del agua mediante la implementación de infraestructura verde.



**Ilustración 85.** Observatorios elevados sobre el río Caldera, las pozas de remanso y los jardines de lluvia. Se observan la señalización educativa, la plataforma de PRFV soportada con estructura de metal y pedestal de concreto y la baranda con acabado bronce/cobrizo.





**Ilustración 86.** Plataforma elevada con aperturas hacia zonas de estar. La Memoria al Volcán es un espacio con mobiliario escultórico en concreto con agregado de basalto, que evoca la formación geológica del sitio y refuerza su identidad paisajística.





**Ilustración 87.** Espacio de observación e interpretación junto con el jardín polinizador que contiene refugios polinizadores y se une a la función del pabellón educativo.





**Ilustración 88.** Acceso a la zona pasiva del parque donde se identifican las zonas para yoga y el pabellón educativo.





**Ilustración 89.** Acceso desde la avenida Buenos Aires al pabellón principal o centro de visitantes del Parque del encuentro. Se observa el mobiliario, luminarias y artefactos urbanos como basureros y las especies a utilizar.





**Ilustración 90.** En la zona de resguardo, principalmente zona activa, se comparten activaciones de mercados locales, el centro de visitantes y el área destinada a los juegos de niños y hamacas de descanso.





**Ilustración 91.** Vista del camino multimodal sin zona de estacionamientos, principal acceso a las zonas del parque desde la avenida Buenos Aires.





**Ilustración 92.** Vista del camino multimodal con zonas de estacionamientos, principal acceso a las zonas del parque desde la Avenida Buenos Aires.

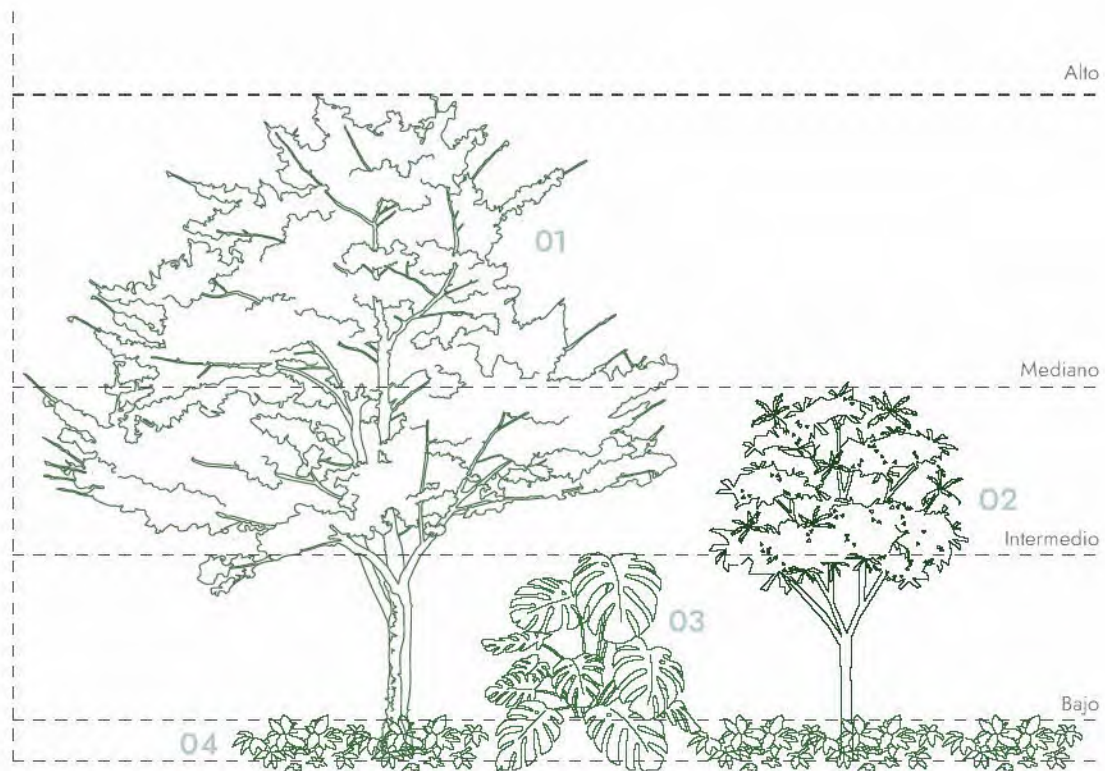


Ilustración 93. Diagrama de jerarquía vegetal a utilizar

#### Jerarquización vegetal

1. Árbol
2. Arbusto
3. Sotobosque
4. Cubresuelos



## Niveles de sistemas vegetales

La selección de especies se organizó según su función dentro de cada zona del parque, priorizando especies nativas por su adaptación a las condiciones climáticas y ecológicas del sitio incluyendo desde los árboles hasta arbustos, sotobosque y cubresuelos.

La estructura vegetal de los árboles y arbustos se compone de tres niveles: especies resistentes a inundaciones para la restauración de riberas, especies de transición que conectan las zonas inundables con las áreas de resguardo y especies destinadas a generar sombra, para consolidar el paisaje urbano y acondicionar espacios recreativos y de estancia.

El proyecto contempla la siembra de aproximadamente 811 árboles distribuidos entre las áreas inundables, las terrazas del parque y los bosques de retención ubicados en las ramificaciones de los ríos. La disposición de los árboles responde al desarrollo esperado de sus copas, manteniendo una separación promedio de 8 m entre individuos. Las especies frutales se plantan a distancias de 6 m, por el contrario, los ejemplares de mayor porte, como *Anacardium excelsum*, se ubican en áreas más amplias con separaciones de 50 a 60 m para permitir su crecimiento en condiciones óptimas. En los sectores donde los senderos se aproximan a estas especies, se propone la implementación de senderos elevados que permitan la convivencia con el arbolado sin afectar su desarrollo radicular ni generar conflictos futuros entre la vegetación y la infraestructura del parque.

No obstante, el proyecto considerará las especies existentes identificadas en el sitio. Asimismo, mediante análisis fitosanitarios que permitan determinar el estado de cada árbol, se buscará definir cuáles deben ser removidos, cuáles pueden ser reubicados mediante resiembra y cuáles deben conservarse en su ubicación actual, respetando la condición particular de cada individuo.

## Niveles de sistemas vegetales



Ilustración 94. Diagrama de selección de árboles según su función en el proyecto.





## Vegetación complementaria

Complementando la incorporación de elementos arbóreos dentro del diseño, se propone una selección de especies vegetales que fortalecen los sistemas de infraestructura verde y aportan beneficios ecológicos, paisajísticos y funcionales al parque. Esta propuesta prioriza especies nativas de la región y del neotrópico, incorporando además algunas especies introducidas que han demostrado una adecuada adaptación a las condiciones climáticas locales y contribuyen al desempeño ambiental y estético del proyecto.

Para los espacios de observación e interpretación, asociados a los senderos elevados y al pabellón educativo, se proponen especies con valor sensorial y carácter distintivo, como las especies 18, 19 y 20. Las dos primeras destacan por su floración colorida y su capacidad de atracción de fauna, a la vez que, la última se caracteriza por su fragancia intensa.

En general, la selección de especies busca estimular los sentidos del usuario a través de colores, texturas, aromas y la presencia de fauna asociada, especialmente en aquellas especies con floración. Asimismo, muchas de estas especies contribuyen al control de la erosión en las riberas y al manejo hídrico del sistema, reforzando su función ecológica dentro del proyecto.

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*

### Polinización

1. *Megaskepasma erythrochlamys*, Manto Rojo
2. *Lantana camara*, Lantana
3. *Cuphea hyssipholia*, Cuphea
4. *Pachystachys lutea*, Camarón amarillo

### Trópico húmedo

5. *Syngonium podophyllum*, Singonio
6. *Spathiphyllum lanceifolium*, Lirio de paz
7. *Calathea lutea*, Bijao

### Cubresuelos

8. *Pilea microphylla*, Helecho arroz
9. *Arachis pintoi*, Mani forrajero
10. *Sphagneticola trilobata*, Wedelia

### Retención de agua

11. *Nephrolepis cordifolia*, Helecho peinilla
12. *Zephyranthes rosea*, Lirio de lluvia
13. *Hippeastrum puniceum*, Lirio naranja

### Sombra y ornamental

14. *Leucaena leucocephala*, Leucaena
15. *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, Campanilla
16. *Tithonia diversifolia*, Mirasol
17. *Musa velutina*, Plátano rosado

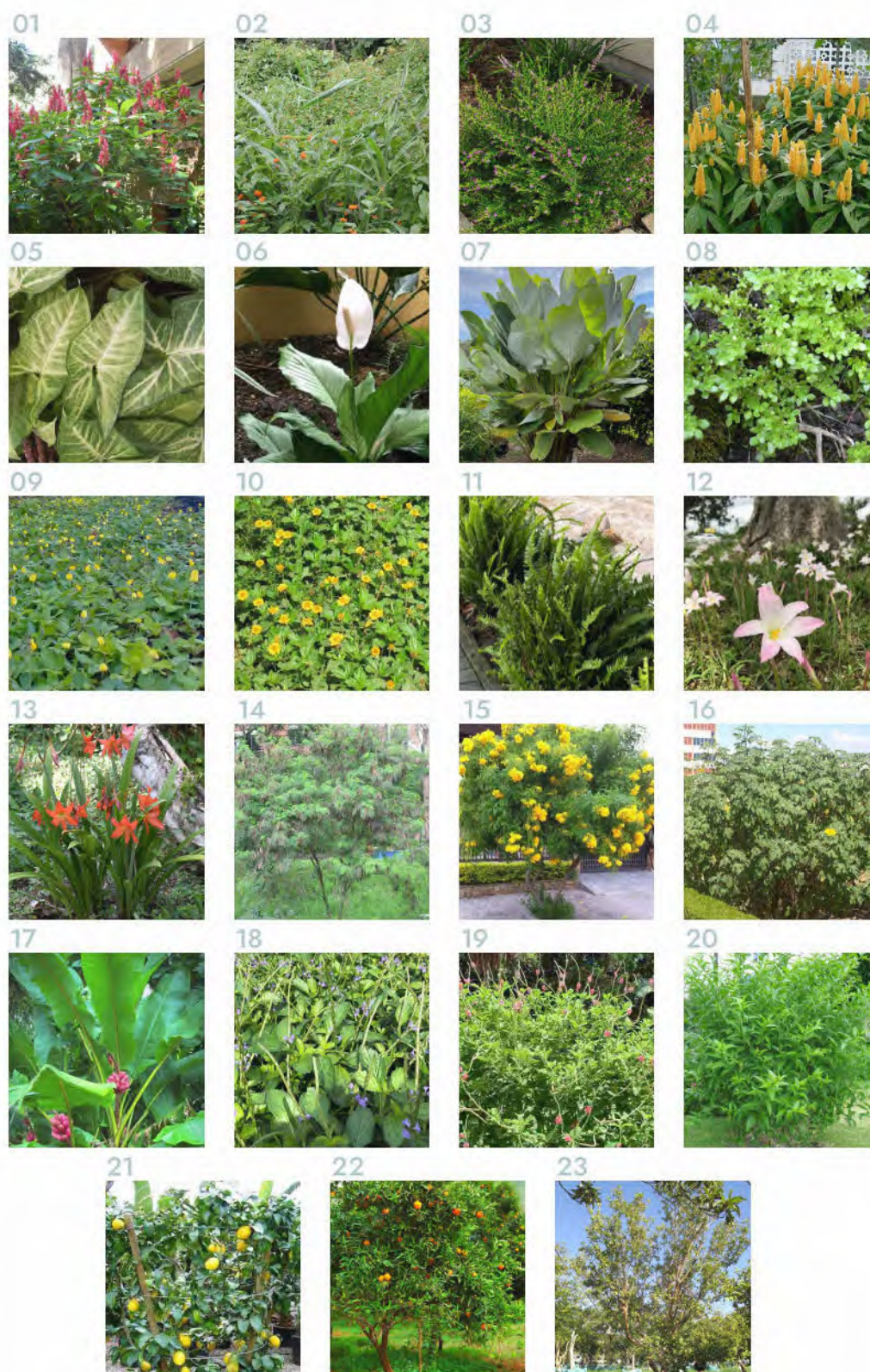
### Experimental e interpretativo

18. *Stachytarpheta jamaicensis*, Verbena azul
19. *Stachytarpheta mutabilis*, Cola de ratón
20. *Cestrum nocturnum*, Galán de noche

### Productivo

21. *Citrus x limonia*, Árbol de Limón
22. *Citrus deliciosa*, Árbol de mandarina
23. *Psidium guajava*, Árbol de Guayaba







## Paleta de materiales

La selección de materiales se concentra en seis elementos principales, priorizando su integración con el carácter volcánico del sitio.

Para los pavimentos, se propone el uso de adoquines permeables grises de 10 x 30 cm en el camino multimodal, complementados con patrones de adoquines con agregado de piedra volcánica (basalto) que evocan la geología local y considerando su porosidad y permeabilidad.

Los gaviones, tradicionalmente utilizados para la contención de los márgenes del río, se incorporan también como mobiliario urbano en combinación con madera, aportando calidez al parque y formando parte de las estructuras de terracería de la propuesta.

En los caminos elevados expuestos a inundaciones, se plantea el uso de paneles tipo rejilla de polímero reforzado con fibra de vidrio (PRFV), un material de alta durabilidad y resistencia a la corrosión que reduce las necesidades de mantenimiento a largo plazo.

Para enriquecer la experiencia visual del parque y complementar los colores de la vegetación, se incorpora acero corten en elementos de señalización y detalles arquitectónicos, aportando una imagen distintiva y una alta durabilidad.

*Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete*



**Ilustración 95.** Geología expuesta en la comunidad de Los Naranjos, Boquete. Autoría propia.

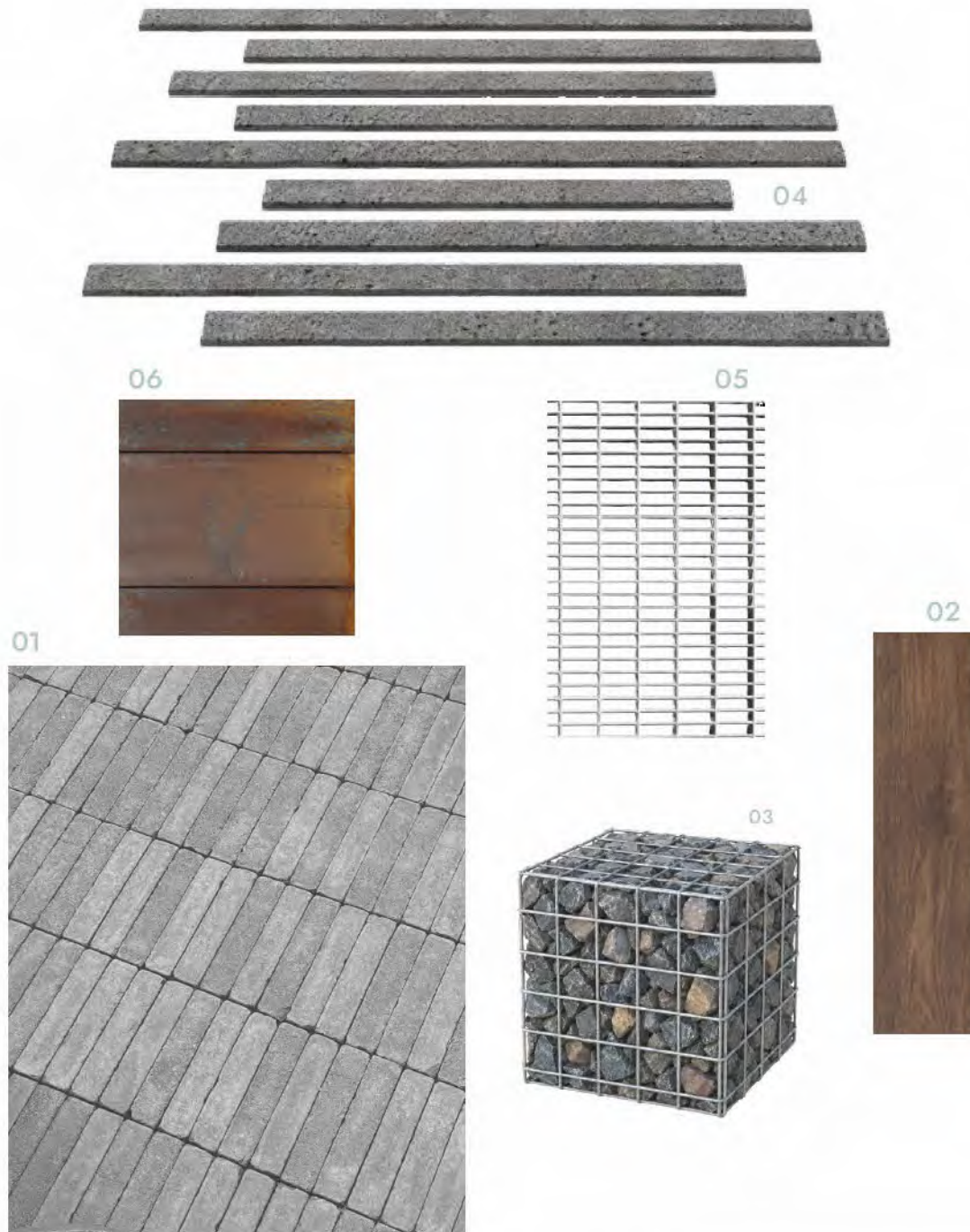


**Ilustración 96.** Textura de basalto, piedra de origen volcánico.

### Materiales

1. Adoquines tradicionales color gris.
2. Madera natural con tratamiento para exterior sin barniz.
3. Gaviones de estructura galvanizada con rocas volcánicas del sitio para muros y mobiliario
4. Piezas de adoquines tipo listón con agregado de piedra volcánica en colores grisáceos.
5. Rejilla de polímero reforzado con fibra de vidrio (PRFV)
6. Acero corten para señalizaciones





**Ilustración 97.** Paleta de materiales a ser empleada en el proyecto.

## Aplicación de materiales

Las Ilustraciones 98, 99 y 100 permiten apreciar la aplicación de la propuesta de materialidad en los distintos elementos que conforman el parque. En ellas se observa el uso de materiales en el mobiliario, particularmente en las bancas, así como en los pavimentos del camino secundario y en la composición constructiva de los senderos elevados.

### Mobiliario principal - banca

Estructura base de gavión con  
mallas de acero galvanizado y  
relleno de piedras del sitio.  
0.65m x 1.80m

Asiento de madera de sitio con  
tratamiento para exterior en  
acabado mate.  
0.50m x 1.50m



**Ilustración 98.** Vista de la banca a ser utilizada en el proyecto con materiales aplicados.

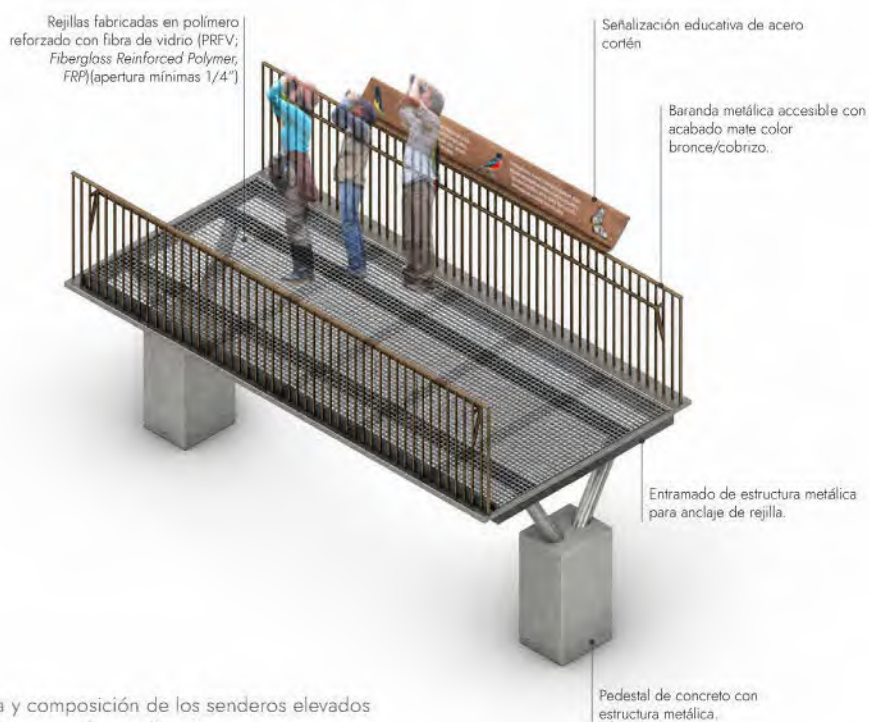


## Camino secundario



**Ilustración 99.** Vista del camino secundario con el pavimento propuesto.

## Sendero elevado



**Ilustración 100.** Vista y composición de los senderos elevados con materialidad y elementos de señalización.

## Presupuesto

El presupuesto se manejó en dos fases según los tipos de intervención propuestos y para ambos se consideró el costo del terreno por m<sup>2</sup> a partir de costos del mercado. La **primera fase** contempla la ramificación del río, la consolidación de pozos de remanso y los bosques de retención ubicados en la parte superior de la zona de confluencia, con el objetivo de aliviar la presión sobre este sector. Esta fase, según la Ilustración 101, representa una inversión de **13,028,986.48\$** y cumple principalmente una función ecológica, dado que requiere tiempo para que las especies se establezcan y puedan aportar plenamente a las funciones de regulación hídrica, retención de sedimentos y estabilización del entorno.

En la **fase 02**, destinada al desarrollo del parque inundable y a todo su programa, se estima una inversión de **50,797,309.97\$** (Ilustración 102,103,104) . Esta fase incluye la ejecución de los jardines destinados al manejo de agua, las áreas de siembra, la instalación de mobiliario urbano, las estructuras propuestas, así como todo el sistema de senderos y caminerías que articulan los distintos espacios del parque.



## Presupuesto

### Fase 01

#### Costos directos e indirectos

| FASE 01. RAMIFICACIÓN DEL RÍO                      |                      |           |             |             |                 |
|----------------------------------------------------|----------------------|-----------|-------------|-------------|-----------------|
| COSTOS DIRECTOS                                    | Unidad               | Cantidad  | Costo unit. | Costo total |                 |
| PREPARACIÓN                                        |                      |           |             |             |                 |
| Costo de terreno                                   | m²                   | 98,000    | \$          | 52.00       | \$ 5,096,000.00 |
| Limpieza inicial                                   | ha                   | 9         | \$          | 1.75        | \$ 171,500.00   |
| Estudio geotécnico                                 | global               |           | \$          | -           | \$ 7,000.00     |
| Estudio hidrológico                                | global               |           | \$          | -           | \$ 10,000.00    |
| Levantamiento topográfico                          | ha                   | 9.8       | \$          | -           | \$ 39,200.00    |
| Estudio de Impacto Ambiental III e inspección      | global               |           | \$          | -           | \$ 3,200.00     |
| Movimiento de tierra (ramificación)                | m³                   | 15,914.3  | \$          | 24.76       | \$ 394,037.76   |
| INFRAESTRUCTURA VERDE-AZUL                         |                      |           |             |             |                 |
| Pozas de remanso/jardineras de lluvia (excavación) | m³                   | 11,305.40 | \$          | 16.20       | \$ 183,147.48   |
| Árboles                                            | und                  | 465       | \$          | 440.00      | \$ 204,600.00   |
| Bosques de retención (siembra)                     | m²                   | 31,409.30 | \$          | 60.00       | \$ 1,884,558.00 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS                           |                      |           |             | \$          | 7,993,243.24    |
|                                                    |                      |           |             |             |                 |
| COSTOS INDIRECTOS                                  | % de costos directos |           |             |             | Costo           |
| PERMISOS Y LEGALES                                 |                      |           |             |             |                 |
| Permisos municipales                               | 1%                   |           |             | \$          | 79,932.43       |
| Fianzas                                            | 3%                   |           |             | \$          | 239,797.30      |
| GESTIÓN DE PROYECTO                                |                      |           |             |             |                 |
| Anteproyecto                                       | 10%                  |           |             | \$          | 799,324.32      |
| Honorarios (diseño definitivo / planos)            | 5%                   |           |             | \$          | 399,662.16      |
| Administrativos                                    | 8%                   |           |             | \$          | 639,459.46      |
| Inspección                                         | 3%                   |           |             | \$          | 239,797.30      |
| Imprevistos                                        | 5%                   |           |             | \$          | 399,662.16      |
| SEGUROS Y GARANTÍAS                                |                      |           |             |             |                 |
| Seguros y pólizas                                  | 3%                   |           |             | \$          | 239,797.30      |
| Bonos de garantía                                  | 2%                   |           |             | \$          | 159,864.86      |
| FINANCIERO                                         |                      |           |             |             |                 |
| Gastos financieros                                 | 10%                  |           |             | \$          | 799,324.32      |
| CIERRE Y OPERACIÓN INICIAL                         |                      |           |             |             |                 |
| Limpieza general                                   | 1%                   |           |             | \$          | 79,932.43       |
| Costo de equipamiento                              | 10%                  |           |             | \$          | 799,324.32      |
| Gestión ambiental / monitoreo ecológico            | 2%                   |           |             | \$          | 159,864.86      |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS                         |                      |           |             | \$          | 5,035,743.24    |
|                                                    |                      |           |             |             |                 |
| GRAN TOTAL DE FASE 01<br>(Directos + Indirectos)   |                      |           |             | \$          | 13,028,986.48   |

**Ilustración 101.** Cuadro de presupuesto para la Fase 01 del proyecto, incluyendo costos directos e indirectos.

Diseño del paisaje como sistema de retención:  
Estrategias de infraestructura verde para el Río Caldera, Boquete

## Presupuesto

### Fase 02

### Costos directos

| FASE 02. PARQUE INUNDABLE                           |                |            |             |                 |          |                                          |
|-----------------------------------------------------|----------------|------------|-------------|-----------------|----------|------------------------------------------|
| COSTOS DIRECTOS                                     | Unidad         | Cantidad   | Costo unit. | Costo total     | Material |                                          |
| <b>PREPARACIÓN</b>                                  |                |            |             |                 |          |                                          |
| Costo de terreno                                    | m <sup>2</sup> | 92,800.00  | \$ 52.00    | \$ 4,825,600.00 |          | -                                        |
| Limpieza inicial                                    | m <sup>2</sup> | 92,800.00  | \$ 1.75     | \$ 162,400.00   |          | -                                        |
| Estudio de suelo                                    | global         |            | \$ -        | \$ 8,000.00     |          | -                                        |
| Estudio hidrológico                                 | global         |            | \$ -        | \$ 4,500.00     |          | -                                        |
| Levantamiento topográfico                           | ha             | 9.28       | \$ -        | \$ 114,824.53   |          | -                                        |
| Estudio de Impacto Ambiental                        | global         |            | \$ -        | \$ 3,200.00     |          | -                                        |
| Movimiento de tierra (terracería)                   | m <sup>3</sup> | 520,919.00 | \$ 6.50     | \$ 3,385,973.50 |          | -                                        |
| <b>INFRAESTRUCTURA AZUL</b>                         |                |            |             |                 |          |                                          |
| Pozas de remanso/jardineras de lluvia (excavación)  | m <sup>2</sup> | 4,167.60   | \$ 16.20    | \$ 67,515.12    |          |                                          |
| <b>PAVIMENTOS</b>                                   |                |            |             |                 |          |                                          |
| Camino principal multimodal (peatón y bicicletas)   | m <sup>2</sup> | 2,020.97   | \$ 72.30    | \$ 146,116.13   |          | Adoquín                                  |
| Camino secundario                                   | m <sup>2</sup> | 1,967.75   | \$ 95.00    | \$ 186,936.25   |          | Pavimento volcánico personalizado        |
| Senderos y plataformas elevadas                     | m <sup>2</sup> | 11,669.35  | \$ 350.00   | \$ 4,084,272.50 |          | FRP Grating                              |
| Estacionamientos                                    | m <sup>2</sup> | 657.00     | \$ 66.30    | \$ 43,559.10    |          | Gramablock                               |
| <b>ÁREAS CERRADAS</b>                               |                |            |             |                 |          |                                          |
| Edificio de administración, información y seguridad | m <sup>2</sup> | 215.60     | \$ 185.00   | \$ 39,886.00    |          | Concreto, madera, piedra natural y acero |
| Depósito / mantenimiento                            | m <sup>2</sup> | 147.00     | \$ 185.00   | \$ 27,195.00    |          |                                          |
| Sanitarios universales                              | m <sup>2</sup> | 480.00     | \$ 350.00   | \$ 168,000.00   |          |                                          |
| Área de reciclaje y manejo de residuos              | m <sup>2</sup> | 96.60      | \$ -        | \$ 26,814.00    |          | Espacio techado con contenedores         |
| <b>ÁREAS SEMIABIERTAS</b>                           |                |            |             |                 |          |                                          |
| Pabellón de interpretación y educación              | m <sup>2</sup> | 128.00     | \$ 185.00   | \$ 23,680.00    |          | Concreto, madera, piedra natural y acero |
| <b>ÁREAS ABIERTAS</b>                               |                |            |             |                 |          |                                          |
| Anfiteatro y plaza de estancia                      | m <sup>2</sup> | 900.50     | \$ 46.82    | \$ 42,161.41    |          |                                          |

**Ilustración 102.** Cuadro de presupuesto para la Fase 02 del proyecto, costos directos parte A.



## Presupuesto

### Fase 02

### Costos directos

|                                     |        |            |    |           |    |                  |
|-------------------------------------|--------|------------|----|-----------|----|------------------|
| <b>INFRAESTRUCTURA VERDE</b>        |        |            |    |           |    |                  |
| Árboles                             | und    | 346.00     | \$ | 440.00    | \$ | 152,240.00       |
| Siembra de jardines                 | m²     | 151,960.61 | \$ | 60.00     | \$ | 9,117,636.66     |
| Grama                               | m²     | 15,041.67  | \$ | 10.67     | \$ | 160,494.62       |
| <b>MOBILIARIO URBANO</b>            |        |            |    |           |    |                  |
| Bancas                              | und    | 37.00      | \$ | 2,600.00  | \$ | 96,200.00        |
| Mesas de picnic                     | und    | 13.00      | \$ | 6,049.00  | \$ | 78,637.00        |
| Juegos de niños                     | global | -          | \$ | 44,000.00 | \$ | 44,000.00        |
| <b>ARTEFACTOS URBANOS</b>           |        |            |    |           |    |                  |
| Basureros / estaciones de reciclaje | und    | 9.00       | \$ | 800.00    | \$ | 7,200.00         |
| Estacionamiento para bicicletas     | und    | 20.00      | \$ | 940.67    | \$ | 18,813.40        |
| Bebedores accesibles y de mascotas  | und    | 5.00       | \$ | 6,592.00  | \$ | 32,960.00        |
| <b>ILUMINACIÓN</b>                  |        |            |    |           |    |                  |
| Luminarias altas (postes)           | und    | 135.00     | \$ | 540.00    | \$ | 72,900.00        |
| Luminarias bajas (balizas)          | und    | 137.00     | \$ | 153.47    | \$ | 21,025.39        |
| <b>ELEMENTOS ADICIONALES</b>        |        |            |    |           |    |                  |
| Señalética ecológica y educativa    | und    | 15.00      | \$ | 534.00    | \$ | 8,010.00         |
| <b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>     |        |            |    |           |    | \$ 23,170,750.61 |

**Ilustración 103.** Cuadro de presupuesto para la Fase 02 del proyecto, costos directos parte B.

## Presupuesto

### Fase 02

### Costos indirectos

| COSTOS INDIRECTOS                                        | % de costos directos | Costo            |
|----------------------------------------------------------|----------------------|------------------|
| <b>PERMISOS Y LEGALES</b>                                |                      |                  |
| Permisos municipales                                     | 1%                   | \$ 231,707.51    |
| Fianzas                                                  | 3%                   | \$ 695,122.52    |
| <b>GESTIÓN DE PROYECTO</b>                               |                      |                  |
| Anteproyecto                                             | 10%                  | \$ 2,317,075.06  |
| Honorarios (diseño definitivo / planos)                  | 5%                   | \$ 1,158,537.53  |
| Administrativos                                          | 8%                   | \$ 1,853,660.05  |
| Inspección                                               | 3%                   | \$ 695,122.52    |
| Imprevistos                                              | 5%                   | \$ 1,158,537.53  |
| <b>SEGUROS Y GARANTÍAS</b>                               |                      |                  |
| Seguros y pólizas                                        | 3%                   | \$ 695,122.52    |
| Bonos de garantía                                        | 2%                   | \$ 463,415.01    |
| <b>FINANCIERO</b>                                        |                      |                  |
| Gastos financieros                                       | 10%                  | \$ 2,317,075.06  |
| <b>CIERRE Y OPERACIÓN INICIAL</b>                        |                      |                  |
| Limpieza general                                         | 1%                   | \$ 231,707.51    |
| Costo de equipamiento                                    | 10%                  | \$ 2,317,075.06  |
| Gestión ambiental / monitoreo ecológico                  | 2%                   | \$ 463,415.01    |
| <b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>                        |                      | \$ 14,597,572.88 |
| <b>GRAN TOTAL DE FASE 02</b><br>(Directos + Indirectos)  |                      | \$ 37,768,323.49 |
| <b>GRAN TOTAL DE PROYECTO</b><br>(Directos + Indirectos) |                      | \$50,797,309.97  |

**Ilustración 104.** Cuadro de presupuesto para la Fase 02 del proyecto, costos indirectos.





## Conclusiones

Se ha demostrado, a partir de herramientas de análisis, la importancia de identificar espacios vulnerables que pueden ser mejorados mediante estrategias de diseño que respondan a las condiciones y necesidades específicas de su contexto.

La propuesta se aleja del tratamiento tradicional que se le ha dado al río durante los últimos años, transformándolo en un eje estructurador para la generación de espacios abiertos de uso público con funciones ecológicas y de regulación hídrica.

Bajo esta perspectiva, se plantea un proyecto de 12 ha que integra infraestructura verde y azul para la creación de espacios que fortalecen la conexión entre la comunidad, el río y el espacio público. Además de funcionar como un sistema que regula, filtra y gestiona el agua, la propuesta busca consolidarse como un punto de encuentro y activación comunitaria, permitiendo el desarrollo de actividades recreativas, culturales y turísticas que contribuyan al fortalecimiento de la identidad, la productividad y la biodiversidad de Boquete.

De esta manera, la propuesta transforma una condición de riesgo en una oportunidad para construir comunidad a través de una infraestructura que integra los procesos ecológicos y el paisaje.



## Recomendaciones

Se deberá promover la educación ambiental y la sensibilización sobre el funcionamiento de las zonas inundables, destacando sus beneficios ecológicos, hidrológicos y sociales para la comunidad resaltando el impacto negativo provocado por la continuación de trabajos de dragado y canalización en los ríos y quebradas.

Se recomienda priorizar la ejecución de la Fase 01 de la propuesta con el fin de monitorear previamente el desempeño de la infraestructura verde y azul en el área de intervención y permitir el establecimiento de las especies propuestas para los bosques de retención durante un período mínimo de 3 a 5 años antes de la implementación de las siguientes etapas.

Previamente a la ejecución de la Fase 02, se deberá priorizar la accesibilidad de Boquete mediante un plan de movilidad y desarrollo urbano que se integre con la propuesta a través de aceras peatonales, cruces seguros y conexiones accesibles a fin de que el proyecto pueda contar con mayor conectividad y mayores rutas de evacuación y asistencia más directas.

Para ambas fases será necesario implementar un programa de monitoreo ecológico e hidrológico que permita evaluar el comportamiento del río y el desempeño de las estrategias de infraestructura verde y azul propuestas.

Ambas estrategias presentan potencial de replicabilidad en escenarios con características similares al área de estudio, contribuyendo a la creación de una red de espacios resilientes a lo largo del río orientada a la mitigación de inundaciones y al fortalecimiento de los espacios comunitarios. Sectores como Los Naranjos, el Parque Los Ladrillos y áreas del centro de Bajo Boquete se identifican como zonas con potencial para futuras intervenciones.

Será necesario considerar fuentes de financiamiento públicas, privadas y de cooperación para garantizar la ejecución, administración y mantenimiento del proyecto a largo plazo.

Para los materiales y mobiliarios, se recomienda el uso de materiales locales como maderas y gaviones con piedras volcánicas, mientras que para otros elementos como juegos de niños se emplean tejidos y madera que puedan usarse del sitio.

## Referencias

- H+N+S Landscape. (s.f.). Room for the River Nijmegen. Obtenido de <https://hnsland.nl/en/projects/room-river-nijmegen/>
- Andrea Berenice Rodríguez Figueroa, L. V. (2020). El paisaje y su estructura. Morelia, Michoacán: México.
- Autoridad Nacional de Ambiente. (2010). Atlas ambiental de la República de Panamá. Panamá: Gobierno Nacional de la República de Panamá.
- Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). (2013). Informe de monitoreo de la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de Panamá: Compendio de resultados, años 2009–2012. (ISBN 978-9962-609-84-1). Panamá: Gobierno Nacional de La República de Panamá.
- Bertalanffy, L. v. (1956). General systems vol. I. Society for General System Research, 1-3.
- Bravo-Cadena & Pavón Hernández. (2023). La Importancia de los servicios ecosistémicos. Ciencia, 75(4), 64.
- Centro de Estudios Paisaje y Territorio. Gobierno de España. (2012). Los Paisaje fluviales en la Planificación del Agua.
- Daniels, T. (2019). McHarg's theory and practice of regional ecological planning: Retrospect and prospect. Socio-ecological Practice Research 1, 1-14.
- Elvira, C. E. (2014). Enfoque sistémico de la gestión local del riesgo por inundación. El caso de la subcuenca del río Caldera en el Distrito de Boquete, Panamá / Systemic approach of local flood risk management. The case of the Caldera river sub-basin in the District of Boquete. 53-72.
- Espinosa Vega, C. E. (2016). La participación ciudadana en la gestión local del riesgo de desastres. El caso de la subcuenca del río Caldera (Panamá), 2008-2013. Universidad de Quintana Roo.
- Espinosa-Vega et. al. (2017). "Caracterización del sistema físico-geográfico que influye en las multiamenazas de la subcuenca del río Caldera, Panamá.". CienciaUAT, 11(2), 6-23.
- Forman, R. T. (1986). Landscape ecology. New York: John Wiley & Sons.
- Gehl, J. (2010). Cities for People. 9-10.
- Gil, C. R. (2019). Obras de infraestructura para el control de inundaciones. En 2.º Congreso Latinoamericano de Ingeniería: Retos en la formación de ingenieros en la era digital, 10 al 13 de septiembre. Cartagena de Indias, Colombia. : Pontificia Universidad Javeriana.
- González Guadalupe, R. S. (2008). Diagnóstico metodológico y participativo para la conservación de suelos en áreas agrícolas, en la parte alta de la subcuenca Río Caldera, provincia de Chiriquí, Panamá. Universidad de Panamá.
- Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M. Á., & López-Ríos, G. F. (2006). Ecología de las Zonas Ribereñas. (U. A. Chapingo, Ed.) Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 12, núm. 1., 55-69.
- Guerrero Guerrero, L. J. (2019). Contribución de los cuerpos de agua fluvial a la prestación de servicios ecosistémicos culturales: una revisión sistemática global. Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana.
- Guevara, J. (2024). Informe de análisis hidráulico para determinar la vulnerabilidad de la barriada en el área inundable del río Bambú en caso de derrumbe del muro de contención. Dirección de Sistema de Información Geográfica del Municipio de Arraiján.
- Haines-Young, R. G. (1993). Landscape ecology and geographic information systems.
- Hamblin, W. K., & Christiansen, E. H. . (2024). River Systems . Earth's dynamic systems, cap. 12.
- Herrington, S. (2010). The Nature of lan McHarg's Science. Landscape Journal Vol. 29, Issue 1.



- Hoeflerlin, D. (2021). Way Beyond Bigness: The need for a watershed architecture. *Applied Research Design Publishing*, 439-440.
- Indian Institute of Science . (s.f). Types of ecosystems. Centre of Ecological Sciences.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2023). XII Censo Nacional de Población y IVII de Vivienda 2023: Resultados finales básicos. Contraloría General de la República de Panamá. INEC.
- Jackson, J. B. (1997). *Landscape in Sight: Looking at America*. New Haven: Yale University Press.
- Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. Random House.
- Josep Vila Subirós, A. R. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Doc. Anàl. Geogr.* 48,, 151-166.
- Koutalakis, P. G. (2024). Estimating stream bank and bed erosion and deposition with innovative and traditional methods. *Land*, 13(2), 232. doi:<https://doi.org/10.3390/land13020232>
- Lane, E. W. (1954). The importance of fluvial morphology in hydraulic engineering. (Hydraulic Laboratory Report No. 372). United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation.
- Latif Far, F. &. (2024). Assessing landscape planning strategies for riverine flood management: An exploration of implemented projects. *ENG Transactions* (5)1, 1-10. doi:<https://doi.org/10.61186/%20engt.5.1.2905>
- Leopold, L. B., & Wolman, M. G. (1957). River channel patterns: Braided, meandering, and straight. *Geological Survey Professional Paper* 282-B. doi:<https://doi.org/10.3133/pp282B>
- Maass, J. M., & Martínez-Yrizar, A. (1990). Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto. *Ciencias*, (especial 4), 10.
- Martínez Rivera, A. A. (2008). Sitios históricos del distrito de David. *Revista Electrónica de Historia*, número especial 2008. Obtenido de <http://historia.fcs.ucr.ac.cr/dialogos.htm>
- Martínez, M. B. (2021). Innovative techniques in the context of actions for flood risk management: A review. *Eng.* 2(1), 1-11.
- Mcharg, I. L. (1970). *Design with nature*. Garden City, New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Michelle Vásconez, A. M. (2019). *Cuencas*. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Miller, B. (23 de febrero de 2021). Iowa State University. Obtenido de Geospatial Laboratory for Soil Informatics: <https://www.agron.iastate.edu/glsi/blog/colluvium-vs-alluvium/>
- Ministerio de Ambiente. (2010). *Atlas Ambiental de la República de Panamá*. 36-37.
- Ministerio de Ambiente. (2025). *Manual de Soluciones basadas en la Naturaleza para la Gestión del Cambio Climático en Panamá*. Panamá: Ministerio de Ambiente.
- Ministerio de Ambiente de Panamá, UNOPS, ICAT & Fundación Natura. (2022). *Diagnóstico de áreas propensas a inundaciones en Panamá. Sistema de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación al Cambio Climático en Panamá*. Panamá.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2022). *Inventario de las incidencias de los desastres de la República de Panamá*. Gobierno de Panamá.
- Ministerio de Gobierno. (2022). *Plan Estratégico Nacional de Gestión Integral del Riesgo de Desastres de Panamá 2022-2030*. Gobierno de Panamá.
- Ojeda, A. O. (2010). *Restauración Fluvial: Principios, dificultades y propuestas. La perspectiva del Círef*. México: CÍREF. Centro Ibérico de Restauración Fluvial.
- O'Keefe, T. C., Elliott, S. R., & Naiman, R. J. (s.f). *Introduction to watershed ecology*. U.S. Environmental Protection Agency, Watershed Academy Web. Obtenido de <https://www.epa.gov/watertrain>

ONU-Hábitat. (5 de Octubre de 2021). Sequías, tormentas e inundaciones: El agua y el cambio climático dominan la lista de desastres. Obtenido de . <https://onu-habitat.org/index.php/sequias-tormentas-e-inundaciones-el-agua-y-el-cambio-climatico-dominan-la-lista-de-desastres>

Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas en Panamá. Obtenido de <https://panama.un.org/es/sdgs>

Pérez Lancellotti, Gino El Plan Maestro como instrumento de diseño urbano: potencialidades y limitantes. El caso de la ciudad de Antofagasta. Revista AUS, núm. 15, enero-junio, 2014, pp. 16-21 Universidad Austral de Chile Valdivia, Chile

P, R. M. (2021). An Introduction to the Concept of Landscape in Geography. The Asian Review of Civil Engineering, 20-25.

Pinzón Sánchez, M. (2006). "Boquete, valle del eterno arcoiris". David, Chiriquí: Editorial Culturama Internacional.

Places. (2000). Thames landscape strategy, Hampton to Kew [EDRA / Places Awards, 1999 -- Design]. Places 13(1).

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE), la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP), Wetlands International y Conservación Internacional. (2016). Estudio del cambio en el uso de tierras para entender las dinámicas de la cobertura de los manglares y sus consecuencias, incluyendo, pero no limitando a la erosión costera en las zonas de bosque de manglar 18.

Ponce Talancón, Humberto La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones Enseñanza e Investigación en Psicología, vol. 12, núm. 1, enero-junio, 2007, pp. 113-130 Consejo Nacional para la Enseñanza en Investigación en Psicología A.C. Xalapa, México

Prominski, M. S. (2023). River.Space.Design: Planning strategies, methods and projects for urban rivers (3rd.ed). Basel, Suiza. : Birkhäuser.

River Restoration Center. (2020). Understanding your river.

Robert, A. (2003). River Processes. Nueva York : Routledge.

Solís Bolaños, H. &. (1995). Modelación hidrológica e hidráulica en la cuenca del río Caldera. IRHE-CATIE.

Stanford-Manjarrés, C. A. (2023). El paisaje como elemento clave en la arquitectura bioclimática y sostenible en Montería. . Revista de Arquitectura (Bogotá), 25(1), 113-126.

Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. Revista de Geografía Norte Grande, 63, 63-86.

World Bank Group. (2021). A catalogue of nature-based solutions for urban resilience. Washington, D.C. .

Yang, B. L.-H. (2013). Design-with-nature for multifunctional landscapes: Environmental benefits and social barriers in community development. International Journal of Environmental Research and Public Health, 10(11), 5433-5458. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph10115433>.

Zilbert, L. (2023). Impacto social y territorial por inundaciones. Diahnóstico, 62(3), 189-195. doi:<https://doi.org/10.33734/diagnostico.v62i3.478>



## Referencias para especies

Hall, J. S., & Ashton, M. S. (2016). Guía de crecimiento y sobrevivencia temprana de 64 especies de árboles nativos de Panamá y el Neotrópico. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.

Repertorium Botanices Systematicae. 1(4): 679. 1842.

Parolin, P. (2005). *Senna reticulata* (Willd.) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae) as “pasture killer” (“matapasto”) pioneer tree in Amazonian floodplains. *Ecología Aplicada*, 4(1-2).

Universidad EIA. (s.f.). *Cecropia peltata*. Catálogo Virtual de Flora del Valle de Aburrá. Recuperado el 1 de junio de 2026, de Catálogo Virtual de Flora del Valle de Aburrá

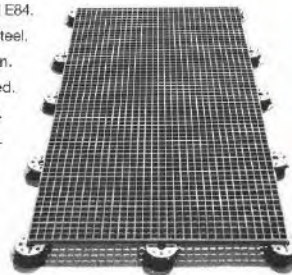
## Anexos

### 01. Rejilla fabricada en polímero reforzado con fibra de vidrio (PRFV; Fiberglass Reinforced Polymer, FRP)

#### ■ Archatrak 'SpanTrak' FRP Grating

Molded fiberglass grating panels manufactured with interwoven high-strength glass rovings embedded in a thermosetting resin matrix. These structural panels exhibit excellent bi-directional strength and one of the highest strength-to-weight ratios of any material. SpanTrak grating panels are manufactured with selected FRP resins, fillers and additives to provide maximum outdoor durability and fire resistance.

- Class A fire rating for flame spread and smoke-developed index per ASTM E84.
- High strength – tension, compression and bending strength similar to steel.
- Excellent slip-resistance with bonded grit surface for superior traction.
- High impact resistance – springs back to original shape when deflected.
- Lightweight – only 1/4 the weight of steel and 2/3 the weight of aluminum.
- Smooth, even surface for wheeled trolleys, wheelchairs and shoe heels.
- Unaffected by salt spray and prolonged exposure to wet conditions.
- Permits safe, all year-round use, all weather conditions.
- Long life span – typically in excess of 25 years.
- Highly resistant to mold, mildew, and moss.
- Highly resistant to corrosive chemicals.



SPAN TRAK FRP GRATING

### 02. Mesas de picnic - Wünder



#### THE TABLE

Steady, slender, steady. The table seats 4 to 12 people for a cozy heart-to-heart in style. The elegant tubular structure gives it a soft touch. A piece of furniture you'll enjoy for many years to come.

WÜNDER





### 03. Transporte de emergencia y monitoreo interno



#### VEHICLE SPECIFICATIONS:

- **Motor:** 4kW AC Motor
- **Battery Charger:** Intelligent charger
- **Charging Time:** 9-8 hours
- **Charging Input Voltage:** 220V
- **Maximum Travel Speed:** 30 km/h
- **Size:** 3900 x 1200 x 1850 mm
- **Wheelbase:** 3100 mm
- **Curb Weight:** 590 kg
- **Minimum Ground Clearance:** 150 mm

### 04. Alluvial Decoder, en Raleigh, Carolina del Norte, A Gang of Three.



El proyecto integra elementos verticales identificados mediante un código de colores que representan los niveles históricos de las crecidas del río, con el fin de cumplir una función educativa e interpretativa sobre el comportamiento de las inundaciones.





