



## **Plan de trabajo para llevar a cabo un Análisis Costo Beneficio y un Análisis Costo Eficacia de Soluciones-basadas en la Naturaleza para la adaptación urbana-Rivera**

Informe de país: Uruguay  
Autor: Daniel Kefeli  
Diciembre 2024.



## Listado de siglas y acrónimos

<b>ACB</b>	Análisis Costo Beneficio
<b>ACE</b>	Análisis Costo Eficacia
<b>ALC</b>	América Latina y el Caribe
<b>BM</b>	Banco Mundial
<b>CAPEX</b>	Gastos de capital por sus siglas en inglés
<b>CDN</b>	Contribuciones Determinadas a nivel Nacional
<b>CO2</b>	Dióxido de Carbono
<b>DINACC</b>	Dirección Nacional de Cambio Climático
<b>FAO</b>	Organización de la Alimentación y la Agricultura por sus siglas en inglés
<b>GCF</b>	Fondo Verde para el Clima en su sigla en inglés
<b>MA</b>	Ministerio de Ambiente
<b>NAP</b>	Planes Nacionales de Adaptación en su sigla en inglés
<b>NbS</b>	Soluciones basadas en la Naturaleza en su sigla en inglés
<b>NDA</b>	Autoridad Nacional Designada en su sigla en inglés
<b>NDC</b>	Comunicación Nacional Determinada en su sigla en inglés
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>OPEX</b>	Gastos en operación por sus siglas en inglés
<b>PNA</b>	Plan Nacional de Adaptación (NAP en su sigla en inglés)
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en su sigla en inglés)
<b>RCB</b>	Relación costo-beneficio
<b>SbN</b>	Soluciones basadas en la Naturaleza
<b>SNRCC</b>	Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno
<b>VAN</b>	Valor Actual Neto
<b>UNEP</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente por su sigla en inglés

## Listado de Ilustraciones

Ilustración 1 Pasos fundamentales para análisis.....	8
Ilustración 2 Árbol de decisión para determinar tipo de análisis .....	14

## Listado de tablas

Tabla 1 Tabla integradora de tipología de beneficios, cuantificación y recursos .....	11
Tabla 2 Tabla integradora de tipología de costos, cuantificación y recursos.....	13
Tabla 3 Comparativa cualitativa de beneficios y desventajas por tipo de SbN .....	17
Tabla 4 Errores y desafíos comunes en toma de decisiones en SbN .....	18



Tabla 5 Temporalidad de acciones para abordar un ACB y/o ACE..... 19  
 Tabla 6 SbN identificados para Rivera y su descripción .....21

## ÍNDICE

---

Listado de siglas y acrónimos.....	ii
Listado de Ilustraciones.....	ii
Listado de tablas.....	ii
ÍNDICE.....	iii
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. Introducción conceptual a las herramientas de evaluación ACB y ACE.....	6
3. Mapeo de experiencias y aplicaciones de ACB y ACE en el marco de las SbN.....	9
3.1. Beneficios.....	9
3.1.1 Cuantificación del costo de los daños evitados para valorar los beneficios de la reducción de riesgos.....	9
3.1.2 Enfoques basados en índices para los indicadores de reducción de riesgos no monetarios	12
3.1.3 Tipología de beneficios de las SbN basados en índices para los indicadores de reducción de riesgos no monetarios.....	12
3.2. Estimación costos.....	12
4. Sistematización para en proceso de toma de decisiones en el marco de las evaluaciones ACB y ACE de las SbN.....	14
5. Plan de trabajo para ACB y ACE para el caso de Rivera.....	20
Bibliografía.....	22



## 1. INTRODUCCIÓN

---

En el marco de las operaciones que realizada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a través de la Oficina del PNUMA para América Latina y el Caribe (Oficina ALC), en la búsqueda de apoyar a los países de América Latina para implementar la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el nuevo Acuerdo de París y las acciones prioritarias definidas en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) de los países de América Latina. Para abordar la vulnerabilidad de las comunidades urbanas, dado que la región de América Latina y el Caribe (ALC) es la segunda región más urbanizada del mundo, con todos los desafíos y presiones que esto transfiere a los gestores del territorio, los gobiernos de la región de América Latina y el Caribe (ALC) deben desarrollar e implementar soluciones rentables y de bajo riesgo, como las soluciones basadas en la naturaleza (SbN), mediante la protección, el mantenimiento y la rehabilitación de ecosistemas prioritarios en áreas urbanas.

El objetivo del proyecto es aumentar la capacidad de los países participantes para diseñar e implementar estrategias de desarrollo urbano basadas en la naturaleza que aseguren la resiliencia urbana al cambio climático a través de cinco áreas principales de trabajo:

- Fortalecimiento de la base de conocimientos de los gobiernos nacionales y locales para evaluar el potencial de soluciones de adaptación y mitigación basadas en la naturaleza en áreas urbanas en el contexto de estrategias más amplias de cambio climático;
- Reforzar las políticas y los marcos institucionales propicios para aumentar la adopción de las SbN en la planificación urbana;
- Fortalecer las alianzas entre actores clave para acelerar la adopción de soluciones SbN;
- Definir estrategias de financiación climática a través de mecanismos financieros innovadores públicos, privados y mixtos y facilitar el acceso a la financiación climática para la implementación sostenida de SbN;

La posibilidad de poder desarrollar un marco de adaptación al cambio climático en zonas urbanas, teniendo como enfoque a las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), requiere de capacidad de gobernanza, desarrollo de capacidades y acceso al financiamiento. No obstante, las Soluciones-basadas en Naturaleza (SbN) son reconocidas como una solución rentable para la adaptación urbana, y simultáneamente genera otros co-beneficios como la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático, así como el bienestar social. Para su efectiva implementación requiere de fortalecimiento institucional, alianzas entre actores claves para garantizar su efectiva adopción, y



resulta necesario preponderar la participación e identificación de oportunidades para todos los actores, especialmente el sector privado.

Este proyecto regional, implementado en Rivera y en otras 12 ciudades de la región, tiene por objetivo reducir la vulnerabilidad al cambio climático de las áreas urbanas a través de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN). En particular en Uruguay las ciudades donde se implementa el programa fueron identificadas a partir de condiciones de vulnerabilidad climática en base a los estudios realizados en el Plan Nacional de Adaptación a la variabilidad y el Cambio Climático en ciudades e Infraestructuras (NAP Ciudades). Para este proyecto la Dirección Nacional de Cambio Climático (DINACC) del Ministerio de Ambiente (MA) es la autoridad nacional designada (NDA) y el Grupo de adaptación en ciudades del Sistema nacional de Respuesta al Cambio Climático (SNRCC) es el ámbito nacional de coordinación.

Para garantizar que las SbN urbanas sean sostenibles y rentables, es fundamental evaluar sus beneficios como sus costos de forma integral. Para ello se plantea recurrir a herramientas de evaluación aplicables a diversos tipos de intervención, tal como el **Análisis Costo-Beneficio (ACB)** y **Análisis Costo-Eficacia (ACE)**.

Este documento tiene como propósito presentar un plan de trabajo de referencia para llevar a cabo un Análisis Costo-Beneficio (ACB) y un Análisis Costo-Eficacia (ACE) a SbN a nivel local.

De esta forma, en la presente sección 1 se realiza una introducción general. Seguida de una Introducción conceptual a las herramientas de evaluación ACB y ACE en la sección 2, proporcionando el marco teórico necesario para comprender su aplicación. Luego, en la sección 3, se realiza un Mapeo de experiencias y aplicaciones de ACB y ACE en el marco de las SbN, con el objetivo de identificar las mejores prácticas y casos relevantes. En la sección 4, se realiza una sistematización para el proceso de toma de decisiones en el marco de las evaluaciones ACB y ACE de las SbN.

## 2. Introducción conceptual a las herramientas de evaluación ACB y ACE

---

La creciente urbanización y los desafíos ambientales asociados han impulsado la implementación de **Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)** como una estrategia eficaz para mejorar la resiliencia y sostenibilidad de las ciudades. Estas soluciones, que incluyen la integración de espacios verdes, techos enjardinados, jardines verticales y restauración de ecosistemas, buscan mitigar los efectos adversos del cambio climático, mejorar la calidad de vida urbana y promover la biodiversidad.

Sin embargo, para garantizar que las SbN urbanas sean sostenibles y rentables, es fundamental evaluar sus beneficios como sus costos de forma integral. Para eso, podemos recurrir a dos herramientas de evaluación aplicables a diversos tipos de intervención: **Análisis Costo-Beneficio (ACB)** y **Análisis Costo-Eficacia (ACE)**.

### **Análisis Costo-Beneficio (ACB)**

El análisis costo-beneficio es una técnica económica que evalúa la viabilidad de un proyecto o intervención comparando todos los costos asociados y los beneficios derivados a lo largo del tiempo. Su propósito es determinar si los beneficios esperados superan los costos, justificando así la inversión en términos de valor social o económico. En el ACB, tanto los beneficios como los costos se expresan en unidades monetarias, lo que permite calcular el valor neto del proyecto y compararlo con alternativas (con un escenario de referencia o "sin proyecto"). Esta metodología es especialmente útil para tomar decisiones informadas sobre políticas y proyectos en ámbitos públicos y privados.

En el marco de las SbN, el beneficio económico incluye tanto la reducción del riesgo climático como otros beneficios. Para las SbN que brindan múltiples beneficios a múltiples partes interesadas, el ACB puede volverse un desafío y requiere cuidado para definir y modelar la extensión geoespacial de su impacto, así como para evitar la doble contabilización o la categorización incorrecta de los costos y beneficios.

Los costos y beneficios que se incurren en diferentes puntos del tiempo se hacen comparables al convertirlos a "valores actuales" utilizando una tasa de descuento relevante para reflejar la preferencia temporal de la sociedad y el costo de oportunidad del capital.

Siguiendo a Boardman (2018) en un ACB, el desempeño económico de los proyectos se determina en base a tres criterios:

1. el valor actual neto (VAN), que es la diferencia entre los beneficios y costos a valores actuales, donde un VAN positivo indica que la implementación del proyecto mejorará el bienestar social;



2. la relación costo-beneficio (RCB), que es la relación entre los beneficios y los costos del valor presente; un RCB mayor que uno indica que los beneficios de un proyecto superan los costos;
3. y a tasa interna de retorno (TIR), que es la tasa de descuento a la cual la VAN de un proyecto se vuelve cero; una TIR que excede la tasa de descuento indica que el proyecto genera retornos superiores a otras inversiones en la economía.

### **Análisis Costo-Eficacia (ACE)**

Levin y McEwan (2001) proporcionan una descripción de los métodos y aplicaciones del análisis costo-eficacia, explorando cómo esta metodología se puede utilizar para evaluar la eficiencia relativa de diferentes programas y políticas.

El análisis costo-eficacia es una herramienta de evaluación que se utiliza para identificar la alternativa que cumple con un objetivo específico al menor costo posible, sin necesidad de convertir los beneficios en términos monetarios. A diferencia del ACB, el ACE mide la eficacia de distintas opciones en función de un indicador determinado (por ejemplo, el costo por tonelada de CO<sub>2</sub> reducida o el costo por unidad de área verde creada). Esta técnica es útil cuando los beneficios son difíciles de monetizar y cuando el objetivo es maximizar el rendimiento de los recursos disponibles para lograr un objetivo concreto.

En el marco de la SbN, esta herramienta es limitada para evaluar entre distintas alternativas de SbN o entre una SbN y una infraestructura gris dado que es poco probable que las distintas alternativas brinden beneficios idénticos en reducción de riesgos y otros beneficios. Asimismo, en la evaluación económica de cualquier SbN de forma individual, a través del ACE es imposible saber si el resultado neto del proyecto es positivo sin medir/monetizar los beneficios, por lo que la mejor opción aún puede resultar en una pérdida neta. En la práctica, este enfoque puede ser útil cuando el alcance de los impactos de una intervención de SbN es limitado.

### **Procedimiento que seguir para un análisis.**

Al momento de implementar este tipo de análisis es posible estructurar un **conjunto de pasos fundamentales** que permiten evaluar tanto los costos como los beneficios - de las SbN según nuestros casos de interés - así como su eficacia en función de los recursos invertidos. Desde la definición de objetivos hasta las conclusiones y recomendaciones finales, esta propuesta metodológica proporciona un enfoque integral y sistemático para la planificación y toma de decisiones en proyectos de SbN urbanas.

1. **Definición de objetivos:** Definir claramente los objetivos específicos de la implementación de SbN urbanas, tales como reducción del estrés térmico, mejora de la biodiversidad o mitigar los impactos de eventos climáticos extremos. (Kabisch, 2016)
2. **Identificación de opciones de SbN:** Evaluar diversas alternativas de SbN, como techos verdes, jardines verticales y restauración de áreas ribereñas, para determinar su idoneidad en contextos urbanos específicos. (Raymond, 2017)
3. **Recopilación de datos:**
  - a. *Costos:* Identificar y cuantificar los costes iniciales y recurrentes asociados a la implementación y mantenimiento de SbN.
  - b. *Beneficios cuantitativos:* Medir impactos como la reducción de la temperatura, disminución de contaminantes y aumento de áreas verdes per cápita.
  - c. *Beneficios cualitativos:* Evaluar mejoras en la salud mental y la cohesión social. (Frantzeskaki, 2019)
4. **Análisis de costo-beneficio (ACB):** Cuantificar los beneficios de las SbN en términos monetarios y compararlos con los costos durante un periodo definido.
5. **Análisis de costo-eficacia (ACE):** Determinar indicadores clave de eficacia y comparar diferentes SbN para identificar cuáles logran los objetivos con menor inversión. (Browder, 2019)
6. **Análisis de sensibilidad:** Evaluar cómo cambios en parámetros clave, como la tasa de descuento o los costos de mantenimiento, afectan los resultados del análisis. (Boardman, 2018)
7. **Conclusiones y recomendaciones:** Resumir los hallazgos para seleccionar la SbN más adecuada en términos de costos y beneficios, proporcionando recomendaciones para la implementación en políticas públicas.

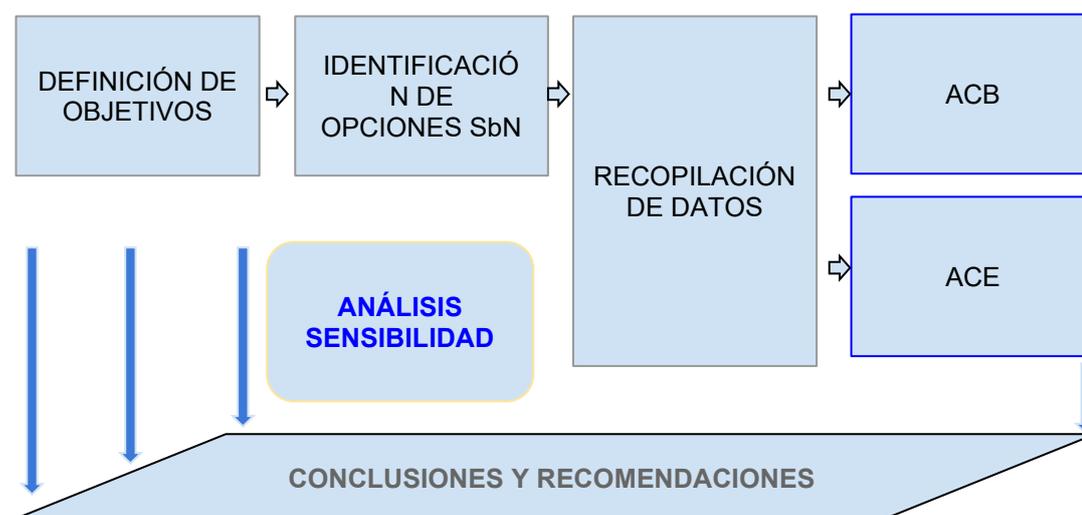


Ilustración 1 Pasos fundamentales para análisis

Fuente: Elaboración propia en base a los pasos anteriores



### 3. Mapeo de experiencias y aplicaciones de ACB y ACE en el marco de las SbN

---

En el documento publicado por el Banco Mundial "Assessing the Benefits and Costs of Nature-Based Solutions for Climate Resilience: A Guideline for Project Developers" (Van Zanten, 2023) se presenta una guía práctica para diseñar, evaluar y aplicar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en proyectos de resiliencia climática. En esta guía se hace referencia a los beneficios, incluyendo la reducción de riesgos climáticos (como inundaciones y erosión) y beneficios adicionales, como la recreación, la salud pública y la biodiversidad. Así como también se hace referencia a los costos, los cuales se dividen en gastos de capital (CAPEX) y gastos operativos (OPEX), así como en costos de oportunidad y transacciones.

#### 3.1. Beneficios

Para determinar los beneficios en reducción de riesgos en el marco de las herramientas de evaluación económica expuestas más arriba (ABE y ABC), pueden utilizarse los métodos aplicados en el análisis de riesgos de desastres. Dichos análisis emplean modelos físicos y de evaluación de daños para cuantificar un riesgo. De manera similar, estos modelos pueden utilizarse para evaluar el impacto de las SbN en la reducción de riesgos. Para ciertas aplicaciones, los beneficios de las SbN en reducción de riesgos pueden evaluarse a través de indicadores no monetarios.

Por lo tanto, las métricas para evaluar los beneficios de la reducción de riesgos pueden incluir valores tanto monetarios como no monetarios. La elección de la métrica correcta dependerá del enfoque y el marco utilizados para la toma de decisiones.

#### 3.1.1 Cuantificación del costo de los daños evitados para valorar los beneficios de la reducción de riesgos

Los beneficios de reducción de riesgos de las SbN pueden determinarse en función de enfoques establecidos para cuantificar el riesgo de desastres y comparando el riesgo entre dos situaciones: con el proyecto y sin el proyecto (o el escenario de referencia).

La metodología puede describirse en cuatro pasos secuenciales:

- 1 Estimar la intensidad del riesgo para el escenario de referencia (escenario sin proyecto)
- 2 Estimar los efectos del proyecto SbN sobre la intensidad del peligro (escenario con proyecto)
- 3 Evaluar los efectos económicos esperados con y sin el proyecto
- 4 Calcular los beneficios de la intervención del proyecto

### **1. Estimar la intensidad del peligro para el escenario de referencia (escenario sin proyecto)**

Los efectos de un peligro natural deben estimarse en función de una descripción de la intensidad del peligro (por ejemplo, profundidad o extensión de una inundación) con las probabilidades de ocurrencia, en función de observaciones históricas y/o modelos estadísticos y numéricos.

### **2. Estimar los efectos del proyecto SbN sobre la intensidad del peligro (escenario con proyecto)**

Utilizando criterios similares a la evaluación de los peligros (paso 1), el efecto del proyecto de SbN puede determinarse incluyendo los efectos de las características naturales en los modelos y evaluando los cambios en la intensidad de los peligros.

Evaluar la eficacia del proyecto normalmente requerirá modificar variables en los modelos, como la elevación, la fricción con el flujo de agua, la temperatura, la humedad o la retención o disponibilidad de agua, que dependen del tipo de SbN. La eficacia del proyecto también dependerá de las características del proyecto, los procesos geofísicos y atmosféricos y otros factores locales.

Si bien se prefiere el modelado porque proporciona una cuantificación directa y una descripción espacial de los beneficios del proyecto, a falta de otra información, un enfoque alternativo puede suponer una eficacia representativa del proyecto (por ejemplo, el porcentaje de mitigación de inundaciones) basándose en la información obtenida de proyectos anteriores, expertos u otras fuentes. Sin embargo, este enfoque implica advertencias importantes sobre la eficacia real del proyecto que deben tenerse en cuenta en el proceso de decisión.

### **3. Evaluar los efectos económicos esperados con y sin el proyecto**

Después de evaluar los efectos de la intervención de las SbN sobre el peligro, el siguiente paso es calcular los efectos socioeconómicos o los daños en ambos escenarios, con y sin la intervención del proyecto. Esta evaluación requiere calcular la exposición y la vulnerabilidad a través de los daños a los edificios y la infraestructura; y los cambios en los rendimientos, usos, tierras agrícolas, las personas afectadas y otros activos relevantes para el proyecto. Por lo tanto, los métodos variarán según el peligro, las características de las SbN y los contextos socioeconómicos.

Los daños a las estructuras y la tierra por inundaciones, por ejemplo, generalmente se calculan utilizando funciones de vulnerabilidad que relacionan la profundidad de la inundación con un costo de reparación o reemplazo para cada tipo de activo.

En un contexto social, los factores de vulnerabilidad social también pueden influir en el grado de impacto y los efectos de un determinado peligro y también pueden influir en los beneficios del proyecto.



Para cada clase de activo expuesta al peligro, las funciones de vulnerabilidad generalmente pueden proporcionar los costos totales de reparación, la pérdida de rendimiento u otra métrica que pueda convertirse en valor monetario u otras métricas de consecuencias socioeconómicas.

Estos efectos físicos directos sobre los activos pueden valorarse utilizando precios de mercado, costos de restauración o costos de reemplazo. Los efectos sobre la vida y la salud humana también pueden valorarse utilizando el costo del tratamiento, la pérdida de productividad, la fijación de precios hedónicos o los métodos de preferencia declarada. La información y las valoraciones de los efectos socioeconómicos de eventos históricos también pueden ser un recurso útil para estimar el efecto de desastres futuros.

Además de los daños directos (daños a la propiedad), los impactos indirectos, que se refieren a los cambios en la actividad económica que siguen al desastre, pueden ser significativos. Para estimar los efectos indirectos, las valoraciones históricas de desastres anteriores pueden ayudar a estimar dichos efectos, pero también existen modelos teóricos que proporcionan una representación matemática de las cadenas causales más pertinentes para rastrear los impactos en el sistema económico. En dichos modelos, por lo general, el desastre se modela a través de la pérdida repentina de factores de producción (como el trabajo y el capital), a la que se ajusta el sistema económico.

#### **4. Calcular los beneficios de la intervención del proyecto**

Los beneficios de la reducción de riesgos de una intervención de SbN pueden calcularse como la diferencia de los daños totales entre los escenarios con y sin intervención de SbN. Dichos beneficios del proyecto pueden reportarse utilizando diferentes métricas según el contexto de la decisión de inversión:

- *Beneficio de reducción de riesgos calculado a partir de un único evento:* Este enfoque proporciona una medida de las diferencias en los daños al comparar la situación con y sin el proyecto considerando solo un único evento, generalmente un evento histórico y representativo.
- *Beneficio anual:* Este enfoque extiende el cálculo del beneficio de un solo evento a otros eventos peligrosos al incorporar en el cálculo la frecuencia de diferentes eventos. El cambio anual esperado en los daños de un proyecto de SBN se calcula como la diferencia entre los daños anuales esperados para un año determinado con y sin el proyecto. Estos valores anuales se calculan para cada escenario integrando la curva de probabilidad de daño. La diferencia entre los daños anuales esperados representa el beneficio anual esperado del proyecto.
- *Valor Actual Neto de los beneficios anuales esperados:* El VAN de los beneficios del proyecto se puede calcular descontando los beneficios futuros del proyecto a lo largo de una vida útil típica del proyecto. Esto requiere información sobre la preferencia temporal por el dinero (tasa de

descuento o costo promedio ponderado del capital) y otros cambios en los beneficios a lo largo del tiempo.

### 3.1.2 Enfoques basados en índices para los indicadores de reducción de riesgos no monetarios

Los enfoques basados en índices utilizan estimaciones de exposición y vulnerabilidad a peligros para evaluar el riesgo y los beneficios de reducción del riesgo. Estos índices pueden calcularse considerando con y sin la situación del proyecto para estimar los cambios potenciales en el riesgo, basándose en supuestos sobre su eficacia.

Estos índices pueden combinarse con información sobre exposición (como un inventario geoespacial de estructuras, personas y su demografía u otros activos) para brindar información para seleccionar áreas para un estudio más profundo; también pueden utilizarse directamente para la toma de decisiones en lugar del esfuerzo disponible para estudios en profundidad. Al cambiar los valores de algunas puntuaciones después de introducir el efecto de un proyecto de SbN u otra intervención, el índice puede comparar los cambios en los hábitats y las variables de exposición. Existen índices similares para la erosión, las sequías, los deslizamientos de tierra y otros peligros.

### 3.1.3 Tipología de beneficios de las SbN basados en índices para los indicadores de reducción de riesgos no monetarios

A continuación, se presenta una tabla que integra los **beneficios de reducción de riesgo y otros beneficios de las SbN** y su relevancia en la mitigación de desafíos ambientales y sociales. La tabla incluye beneficios específicos como el control de inundaciones, la provisión de alimentos y la mejora de la calidad del aire, entre otros. Cada beneficio se acompaña de métodos de cuantificación y enfoques técnicos que permiten su evaluación, así como recursos existentes que facilitan su implementación. Además, se incluyen ejemplos que destacan casos de aplicación en diversas ciudades, con un enfoque especial en América Latina.



ID	Grupo de Beneficios	Beneficio	Cuantificación	Método/Enfoque/Técnica	Recursos Existentes	Ejemplos
1	Reducción de Riesgos Climáticos y Desastres	Control de inundaciones	Ahorros en daños evitados y reducción de costos de seguros	Modelos de procesos físicos y enfoque de costos evitados	<a href="#">Coastal Vulnerability Index (CVI)</a> , <a href="#">Modelos de InVEST</a>	<a href="#">Proyecto de restauración de humedales en Xalapa, México, para mitigar inundaciones urbanas;</a> <a href="#">Restauración de humedales en Nueva Orleans, EE. UU</a>
2	Reducción de Riesgos Climáticos y Desastres	Control de erosión	Ahorros en costos de infraestructura y reparación	Modelos de riesgo geoespacial	<a href="#">InVEST Sediment Retention Model</a>	<a href="#">Implementación de barreras vegetativas en San Salvador, El Salvador, para prevenir la erosión del suelo</a> <a href="#">Conservación de manglares en Jamaica</a>
3	Reducción de Riesgos Climáticos y Desastres	Mitigación de olas de calor	Reducción de gastos en salud y energía por menor uso de aire acondicionado	Modelos de enfriamiento urbano, análisis de reducción de temperatura	<a href="#">InVEST Urban Cooling Model</a>	<a href="#">Creación de corredores verdes en Medellín, Colombia, para reducir las temperaturas urbanas</a> <a href="#">Parque Haizhu en Guangzhou, China</a>
4	Reducción de Riesgos Climáticos y Desastres	Prevención de deslizamientos	Costos evitados en infraestructura y respuesta de emergencia	Modelos de riesgo de deslizamiento y análisis espacial	<a href="#">Modelos de InVEST</a>	<a href="#">Reforestación de laderas en Tegucigalpa, Honduras, para prevenir deslizamientos</a> <a href="#">Proyecto de gestión de riesgo de deslizamientos en Sri Lanka</a>
5	Socioeconómicos y Ambientales	Provisión de alimentos	Valoración de productos y ahorro en costos de transporte	Valoración de mercado, método de ingresos netos	<a href="#">SEEA Ecosystem Accounting</a>	<a href="#">Agricultura urbana en Rosario, Argentina, promoviendo la seguridad alimentaria</a> <a href="#">Agricultura urbana en Detroit, EE. UU</a>

6	<b>Socioeconómicos y Ambientales</b>	<b>Provisión de agua potable</b>	Valoración de recursos hídricos a partir de costos evitados de tratamiento	Enfoque de costos evitados, precios de mercado	<a href="#">InVEST Water Yield Model</a>	<a href="#">Protección de cuencas hidrográficas en Quito, Ecuador, para asegurar el suministro de agua</a> <a href="#">Sistemas de recolección de agua en São Paulo, Brasil</a>
7	<b>Socioeconómicos y Ambientales</b>	<b>Provisión de materias primas</b>	Precios de mercado para productos como madera y plantas medicinales	Valoración de mercado	<a href="#">FAO: Forest Resources Assessment</a>	<a href="#">Manejo sostenible de bosques urbanos en Curitiba, Brasil, para obtener madera y otros recursos</a> <a href="#">Manejo forestal sostenible en Brasil</a>
8	<b>Socioeconómicos y Ambientales</b>	<b>Aumento de la biodiversidad</b>	Disposición a pagar por conservación y beneficios recreativos	Valoración contingente, transferencia de beneficios	<a href="#">Ecosystem Services Valuation Database (ESVD)</a>	<a href="#">Restauración de ecosistemas en São Paulo, Brasil, para incrementar la biodiversidad urbana</a> <a href="#">Restauración de manglares en Vietnam</a>
9	<b>Socioeconómicos y Ambientales</b>	<b>Regulación climática global</b>	Cuantificación de CO <sub>2</sub> capturado	Valor social del carbono, precios de mercado de carbono	<a href="#">White House Social Cost of Carbon</a>	<a href="#">Reforestación urbana en Ciudad de México para capturar carbono y mejorar la calidad del aire</a> <a href="#">Reforestación en el Delta del Mekong, Vietnam</a>
10	<b>Socioeconómicos y Ambientales</b>	<b>Mejora de la calidad del agua</b>	Reducción de costos de tratamiento de agua y mejora de la calidad de vida	Enfoque de costos evitados, precios de mercado de servicios equivalentes	<a href="#">InVEST Water Quality Model</a>	<a href="#">Implementación de humedales artificiales en Bogotá, Colombia, para mejorar la calidad del agua</a> <a href="#">Humedales construidos en Kampala, Uganda</a>
11	<b>Socioeconómicos y Ambientales</b>	<b>Mejora de la calidad del aire</b>	Reducción en costos de salud y beneficios para la salud pública	Análisis de costos evitados y evaluación de salud pública	Estudios de calidad del aire	<a href="#">Plantación de árboles urbanos en Santiago, Chile, para reducir la contaminación del aire</a>



						<a href="#">Áreas verdes en Filadelfia, EE. UU.</a>
12	<b>Recreativos y Turísticos</b>	<b>Turismo ecológico</b>	Ingresos generados y disposición a pagar	Análisis de ingresos turísticos y precio hedónico	<a href="#">Mapping Ocean Wealth Explorer</a>	<a href="#">Desarrollo de parques ecológicos en Lima, Perú, para promover el ecoturismo urbano</a> <a href="#">Turismo en arrecifes de coral en Seychelles</a>
13	<b>Salud Pública</b>	<b>Reducción de enfermedades</b>	Ahorro en costos médicos y ausentismo laboral reducido	Análisis de impacto en salud y estudios epidemiológicos	<a href="#">CDC Health Impact Assessment Tools</a>	<a href="#">Creación de espacios verdes en Buenos Aires, Argentina, para mejorar la salud mental y física de los residentes</a> <a href="#">Programas de parques saludables en Londres, Reino Unido</a>

Tabla 1 Tabla integradora de tipología de beneficios, cuantificación y recursos

Fuente: (Van Zanten, 2023) y otras fuentes citadas



### 3.2. Estimación costos

En relación a los costos, en la siguiente tabla se detallan los costos involucrados en el desarrollo e implementación de SbN en un contexto urbano. La tabla clasifica estos costos en distintas categorías, incluyendo los costos en capital (CAPEX por sus siglas en inglés), costos en operación (OPEX por sus siglas en inglés) y otros costos asociados. Para cada ítem de costo, se proporciona una breve descripción de su naturaleza, el enfoque o técnica utilizada para cuantificar y las fuentes de referencia empleadas.

ID	Grupo de Costos	Costo	Cuantificación	Método/Enfoque/Técnica	Recursos Existentes
1	CAPEX	Diseño y planificación	Costos asociados con el diseño de proyectos por ingenieros y arquitectos paisajistas.	Costos estimados directos	<a href="#">World Bank Economic Analysis Guidance Note</a>
2	CAPEX	Obtención de permisos	Costos para asegurar los permisos necesarios de entidades públicas.	Costos estimados directos	<a href="#">International Guidelines on Natural Features</a>
3	CAPEX	Adquisición de tierras	Costos de compra o arrendamiento de tierras necesarias para el proyecto.	Valor de mercado de la tierra	<a href="#">FAO Forest Resources Assessment</a>
4	CAPEX	Preparación del sitio	Costos de preparación del terreno antes de la construcción.	Costos estimados directos	<a href="#">World Bank Urban Resilience Catalogue</a>
5	CAPEX	Construcción /Implementación	Costos de construcción de las infraestructuras necesarias.	Costos estimados directos	<a href="#">World Bank Project Profiles</a>
6	CAPEX	Plantación de árboles	Costos asociados a la plantación de árboles y vegetación.	Costos estimados directos por hectárea	<a href="#">Economic Benefits of Green Infrastructure</a>
7	OPEX	Mantenimiento y monitoreo	Costos de mantenimiento continuo y monitoreo de los SbN.	Costos estimados anuales	<a href="#">CDC Health Impact Assessment Tools</a>
8	OPEX	Eliminación de especies invasoras	Costos para la gestión de especies invasoras que pueden afectar el proyecto.	Costos estimados anuales	<a href="#">Nature-Based Solutions for Climate Resilience</a>
9	Otros Costos	Costos de transacción	Costos relacionados con el proceso de toma de decisiones e implementación.	Estimaciones basadas en estudios de caso	<a href="#">UNEP Adaptation Gap Report 2020</a>



10	Otros Costos	Costos de oportunidad	de Valor de la tierra o recursos en su uso alternativo (agricultura, desarrollo urbano, etc.).	Análisis de costo de oportunidad	de <a href="#">World Resources Institute</a>
11	Otros Costos	De servicios	Costos asociados con impactos negativos como plagas o enfermedades.	Evaluación de impactos	de <a href="#">Ecosystem Services Valuation Database</a>

Tabla 2 Tabla integradora de tipología de costos, cuantificación y recursos

Fuente: (Van Zanten, 2023) y otras fuentes citadas

En síntesis, las SbN se presentan como una herramienta efectiva para mejorar la resiliencia climática, enfatizando su capacidad para reducir riesgos como inundaciones y erosión, mientras que también ofrecen beneficios adicionales en áreas como la salud y la biodiversidad. A través de diversas metodologías de evaluación económica, como el análisis coste-beneficio, coste-eficacia y cualitativo, el texto subraya cómo estas soluciones pueden ser cuantificadas y valoradas, no sólo en términos monetarios, sino también utilizando enfoques no monetarios, como índices de vulnerabilidad. Además, plantea que, aunque los métodos cuantitativos brindan información precisa, los enfoques alternativos pueden ser adecuados cuando los recursos o datos son limitados, ofreciendo flexibilidad en la toma de decisiones para la implementación de proyectos de SbN.

## 4. Sistematización para en proceso de toma de decisiones en el marco de las evaluaciones ACB y ACE de las SbN

En esta sección final se sistematizan los diversos aspectos clave para la implementación de soluciones basadas en la naturaleza (SbN), con un enfoque en la evaluación de costos y beneficios, y la identificación de ventajas y desventajas de diferentes tipos de intervenciones. A partir de las herramientas existentes y los informes analizados, se establece un marco de toma de decisiones que facilita la selección del método adecuado para evaluar proyectos de SbN. Además, se destacan los errores comunes en la selección e implementación de SbN, como la subestimación de los costos de mantenimiento o la falta de integración con infraestructuras grises. Este contenido busca proporcionar un enfoque estructurado que permita tomar decisiones informadas, priorizando los beneficios a largo plazo y fomentando la participación activa de las partes interesadas.

En el marco de las herramientas existentes, tal como se ha presentado en la síntesis anterior, se hace necesario decidir qué herramientas seleccionar. En el informe de la Oficina de Gestión Costera (2021) se propone un árbol de decisión (Ilustración 2) según el primer criterio vinculado con la capacidad de monetizar costos y beneficios. Si ambos pueden expresarse en términos monetarios, se recomienda un Análisis Costo-Beneficio (ACB). Cuando solo los costos pueden ser monetizados, es preferible un Análisis Costo-Eficacia (ACE). En casos donde ni los costos ni los beneficios pueden monetizarse o se requiere una presentación narrativa, se sugiere realizar un Análisis Cualitativo. Este proceso facilita la elección del método adecuado en función de la disponibilidad de datos y objetivos del proyecto.

### ¿Qué tipo de información está buscando?

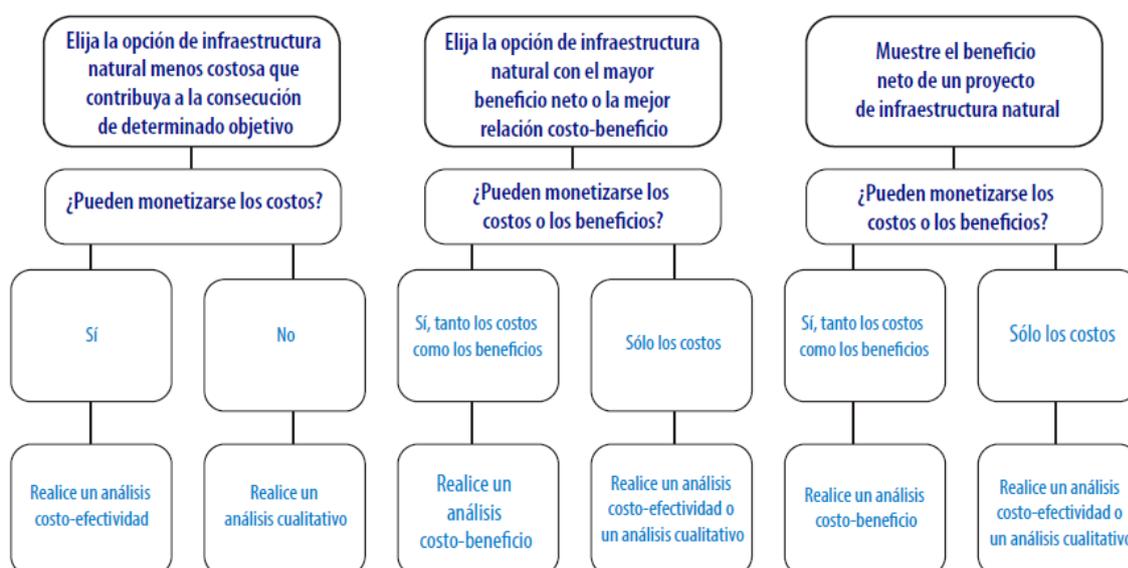


Ilustración 2 Árbol de decisión para determinar tipo de análisis

Fuente: (Office for Coastal Management, 2021)



Ministerio  
**de Ambiente**

Dirección Nacional  
de Cambio Climático



GREEN  
CLIMATE  
FUND



**ONU**   
programa para el  
medio ambiente

Por otra parte, al momento de la toma de decisiones sobre la inversión en la SbN, uno de los elementos fundamentales es identificar la comparación de los principales beneficios y desventajas según el tipo de intervención. En la guía del Banco Mundial para la evaluación de soluciones basadas en la naturaleza (Van Zanten, 2023) se mencionan para los distintos tipos de SbN el comparativo de beneficios y desventajas según se sistematiza en la siguiente tabla.



Tipo de SbN	Beneficios	Desventajas
Bosques Urbanos	Reduce el calor urbano, mejora la calidad del aire, proporciona espacios recreativos, apoya la biodiversidad	Costos de mantenimiento altos, requiere mucho espacio, establecimiento a largo plazo
Terrazas y Pendientes	Previene la erosión, estabilizar pendientes, mejora la retención de agua, reduce el riesgo de deslizamientos	Instalación costosa, puede necesitar mantenimiento continuo, limitado a terrenos específicos
Renaturalización de Ríos y Arroyos	Mejora la calidad del agua, regula inundaciones, restaura la biodiversidad	Proceso de restauración costoso y prolongado, limitado a áreas cercanas a ríos y arroyos
Soluciones en Edificios	Aumenta el aislamiento de edificios, reduce el consumo de energía, incrementa espacios verdes en edificios	Puede requerir adaptaciones significativas, altos costos, mantenimiento esencial
Espacios Verdes Abiertos	Proporciona áreas recreativas, mejora la salud mental, mejora la calidad del aire	Requiere espacio, puede competir con el desarrollo urbano, mantenimiento moderado
Corredores Verdes	Mejora la conectividad para la biodiversidad, reduce el calor urbano, promueve el transporte no motorizado	Requiere mucho espacio, necesita mantenimiento regular, limitado en áreas de alta densidad
Agricultura Urbana	Proporciona fuentes locales de alimentos, reduce las emisiones por transporte de alimentos, apoya la biodiversidad	Escalabilidad limitada en áreas urbanas, necesita manejo cuidadoso de agua y nutrientes
Áreas de Bioretención	Captura y filtra el agua de lluvia, reduce el riesgo de inundaciones, mejora la calidad del agua	Limitado a sitios específicos, puede atraer mosquitos si no se mantiene, requiere cuidado
Humedales Naturales de Interior	Proporciona hábitat para la biodiversidad, mejora la calidad del agua, regula la hidrología local	Sensible a la contaminación, necesita grandes áreas, puede requerir protección contra la urbanización



Humedales Artificiales Interior	de	Gestiona el agua de lluvia, filtra contaminantes, proporciona hábitat para la fauna	Alto costo de instalación requiere mantenimiento, puede atraer fauna que necesita manejo
Llanuras Inundación	de	Mitiga riesgos de inundación, apoya la biodiversidad, mejora el almacenamiento de agua	Limitado a áreas propensas a inundaciones, potenciales conflictos de uso de suelo, costoso
Bosques Manglares	de	Reduce la erosión costera, protege contra marejadas, apoya la biodiversidad	Requiere clima adecuado, susceptible a la contaminación, puede impactar desarrollos cercanos
Marismas Saladas		Filtra contaminantes, actúa como barrera contra inundaciones costeras, apoya la biodiversidad	Sensible a la contaminación, limitado a climas específicos, puede atraer especies invasoras
Playas Arenosas		Protege las costas de la erosión, proporciona hábitat, reduce la energía de las olas	Limitado a áreas costeras, requiere mantenimiento regular, susceptible a la contaminación

Tabla 3 Comparativa cualitativa de beneficios y desventajas por tipo de SbN

Fuente: (Van Zanten, 2023)



En la guía del Banco Mundial presentada anteriormente se identifican varios errores y desafíos comunes al seleccionar e implementar SbN en áreas urbanas que entendemos son de utilidad práctica en todo proceso de toma de decisiones.

### Errores que evitar al momento de tomar decisiones en torno a las inversiones en SbN

**Inadecuada evaluación de la idoneidad del sitio:** No considerar factores ambientales, técnicos y urbanos específicos al contexto puede llevar a una instalación de SbN ineficaz. Estos factores incluyen el clima, características del suelo y densidad urbana. Implementar SbN sin un análisis detallado del sitio puede reducir su eficacia y sostenibilidad.

**Subestimación de los costos de mantenimiento:** Muchas SbN requieren mantenimiento regular, especialmente en las etapas iniciales de desarrollo. No prever estos costos puede resultar en la degradación de la infraestructura natural, reduciendo los beneficios a largo plazo.

**Integración insuficiente con infraestructuras grises:** Las SbN pueden complementar infraestructuras tradicionales, como sistemas de drenaje y muros de contención. No aprovechar esta integración limita su capacidad para maximizar beneficios, como la reducción de inundaciones y el control de la erosión.

**Enfoque limitado en beneficios a corto plazo:** A veces, la selección de SbN se basa en beneficios inmediatos, como la estética o la reducción de calor. Esto puede pasar por alto beneficios más amplios y a largo plazo, como la resiliencia ante inundaciones o la mejora de la biodiversidad.

**Falta de involucramiento de partes interesadas:** La participación insuficiente de la comunidad y otros actores clave puede generar falta de apoyo y compromiso en el mantenimiento y la protección de las SbN, afectando su viabilidad.

Tabla 4 Errores y desafíos comunes en toma de decisiones en SbN

Fuente: (Van Zanten, 2023)



En síntesis, se propone el siguiente punteo de acciones temporales para abordar este tipo de ACB y ACE en el marco de las intervenciones SbN

	<b>Acción principal</b>	<b>Recomendación</b>
<b>1</b>	<b>Selección de herramientas de evaluación</b>	Evaluar la capacidad de monetizar costos y beneficios para elegir la herramienta de evaluación adecuada: Análisis Costo-Beneficio (ACB), Análisis Costo-Eficacia (ACE) o Análisis Cualitativo, según los datos disponibles y los objetivos del proyecto.
<b>2</b>	<b>Identificación de los beneficios y desventajas de las SbN</b>	Utilizar la tabla de comparativa de beneficios y desventajas de los diferentes tipos de SbN para identificar qué intervención se adapta mejor a las necesidades del proyecto y contexto local. Evaluar las ventajas y desventajas de cada tipo de SbN.
<b>3</b>	<b>Evaluación de los errores comunes en la selección e implementación de SbN</b>	Evitar la inadecuada evaluación del sitio, asegurando que se tomen en cuenta factores ambientales, técnicos y urbanos específicos del contexto. Asegurar que se consideren adecuadamente los costos de mantenimiento a largo plazo de las SbN.
<b>4</b>	<b>Priorización de beneficios a largo plazo</b>	Evitar un enfoque limitado a beneficios a corto plazo y considerar los beneficios más amplios y sostenibles a largo plazo, como la resiliencia ante inundaciones, la mejora de la biodiversidad y el control de la erosión.
<b>5</b>	<b>Involucramiento de partes interesadas</b>	Fomentar la participación activa de las partes interesadas, incluidas las comunidades locales y otros actores clave, para asegurar el apoyo y compromiso en el mantenimiento y protección de las SbN.

**Tabla 5 Temporalidad de acciones para abordar un ACB y/o ACE**

Fuente: elaboración propia

## 5. Plan de trabajo para ACB y ACE para el caso de Rivera

---

La SbN priorizada para la ciudad de Rivera es el arbolado urbano. El arbolado urbano se puede definir como una SbN que implica la planificación y gestión estratégica de los recursos arbóreos en áreas urbanas y periurbanas para obtener beneficios económicos, ambientales y socioculturales. Esta estrategia incluye tanto la plantación de árboles nuevos como la mejora de la vegetación existente y la integración de áreas verdes en el entorno urbano.

Para realizar tanto el Análisis Costo-Beneficio (ACB) como el Análisis Costo-Efectividad (ACE) es fundamental identificar los costos y beneficios involucrados en el desarrollo e implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) en un entorno urbano, como es el caso del arbolado urbano.

Estos costos se agrupan en distintas categorías: costos de capital, costos operativos y otros costos asociados. Los **costos de capital** incluyen los gastos iniciales necesarios para la planificación e implementación del proyecto de arbolado urbano. Esto abarca materiales, mano de obra, diseño y planificación. Los **costos operativos** corresponden a los gastos recurrentes necesarios para el funcionamiento y mantenimiento del arbolado, como actividades de poda y riego. Además, las SbN tienen **otros costos asociados**, como los costos de oportunidad, que reflejan el uso alternativo de los recursos empleados; los costos de transacción, relacionados con la gestión y ejecución del proyecto; y los costos derivados de externalidades negativas, como impactos no deseados asociados a la implementación de la solución (Van Zanten, 2023)

Los **costos de capital** son aquellos gastos iniciales requeridos para la planificación e implementación del arbolado. Entre ellos, destacan los costos de diseño y planificación, que incluyen estudios preliminares, inventarios forestales y la elaboración de planes técnicos. También se encuentran los costos de preparación del terreno y la adquisición de árboles (que varía según la especie, el tamaño y la calidad del ejemplar). Finalmente, el proceso de plantación conlleva costos relacionados con la excavación del hoyo donde se va a plantar el árbol, el transporte de los plantines y la instalación de tutores y sistemas de riego inicial.

Por otro lado, los **costos operativos** corresponden a los gastos recurrentes necesarios para mantener el arbolado público a lo largo del tiempo. El mantenimiento incluye actividades como poda, riego, control de plagas y reemplazo de árboles enfermos o muertos. A esto se suma el monitoreo periódico del estado de salud del arbolado y la gestión de inventarios forestales urbanos. En algunos contextos, se suman los costos de reparación de infraestructuras dañadas por raíces de árboles en crecimiento. Además, el uso de sistemas de riego implica gastos continuos en agua, energía y mantenimiento, especialmente durante las primeras etapas del desarrollo de los árboles.



Ministerio  
**de Ambiente**

Dirección Nacional  
de Cambio Climático



GREEN  
CLIMATE  
FUND



Los **otros costos asociados** incluyen costos indirectos e intangibles que, aunque no siempre son evidentes, impactan en el proyecto. Los costos de oportunidad reflejan los beneficios perdidos por no utilizar los recursos empleados en el arbolado para otros fines, como espacios comerciales o recreativos. También están los costos de transacción relacionados con la gestión y coordinación del proyecto, incluyendo reuniones, negociaciones y obtención de permisos. Las externalidades negativas, como la caída de ramas, alergias provocadas por ciertas especies o el ensuciamiento por hojas, también deben considerarse. Por último, los costos de educación y sensibilización incluyen las campañas destinadas a fomentar la participación ciudadana en el cuidado del arbolado.

6

## Bibliografía

---

- Boardman, A. G. (2018). *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*.
- Browder, G. O.-M. (2019). Integrating Green and Gray: Creating Next Generation Infrastructure. Obtenido de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31430>
- Frantzeskaki, N. M. (2019). Nature-Based Solutions for Urban Climate Change Adaptation: Linking Science, Policy, and Practice Communities for Evidence-Based Decision-Making. *Policy, and BioScience*, 69(6), 455–466.
- Kabisch, N. F. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: Perspective on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 21(2), 39.
- Levin, H. &. (2001). *Cost-Effectiveness Analysis: Methods and Applications*. Sage Publications.
- Office for Coastal Management. (2021). *Evaluación de costos y beneficios de las soluciones basadas en la naturaleza: Recomendaciones para no economistas*. Obtenido de <https://coast.noaa.gov/digitalcoast/training/gi-database.html>
- Raymond, C. F. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science and Policy*, 77, 15-24.
- Van Zanten, B. T. (2023). *Assessing the benefits and costs of nature-based solutions for climate resilience: a guideline for project developers*. World Bank. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10986/39811>