



Soluciones basadas en la naturaleza

Costos de instalación y mantenimiento

Numerosas comunidades costeras están considerando diversas soluciones basadas en la naturaleza, o infraestructura verde, para reducir los impactos de las amenazas costeras y proporcionar otros beneficios, como recreación y hábitat de vida silvestre. Ahora bien, a fin de tomar decisiones fundamentadas, los funcionarios y responsables locales necesitan contar con información relativa a los costos de implementación y mantenimiento asociados a tales soluciones.

El siguiente cuadro provee dicha información e incluye las mejores cifras disponibles, obtenidas de diversas fuentes contenidas en su mayoría en la **Base de Datos sobre Efectividad de la Infraestructura Verde** (*Green Infrastructure Effectiveness Database*) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (*National Oceanic and Atmospheric Administration*, NOAA) de Estados Unidos (coast.noaa.gov/digitalcoast/training/gi-database.html). Ciertamente, estas cifras podrán variar dependiendo del lugar.

Aun cuando el cuadro no incluye el valor de los numerosos beneficios que cada práctica aporta, su consideración es esencial para la toma de decisiones. Es importante tener presente que, a menudo, los beneficios obtenidos con la adopción de infraestructura verde pueden compensar o justificar el costo de su implementación. Al respecto, se sugiere consultar información adicional en el documento **Soluciones basadas en la naturaleza: prácticas y beneficios** (coast.noaa.gov/data/digitalcoast/pdf/gi-practices-and-benefits-spanish.pdf). Asimismo, a fin de conocer mejor los tipos de análisis económicos, cualitativos y cuantitativos, que pueden servir de apoyo para determinar costos y beneficios, véase el resumen: **Evaluación de costos y beneficios de las soluciones basadas en la naturaleza** (coast.noaa.gov/data/digitalcoast/pdf/nature-based-solutions-costs-benefits-spanish.pdf).

| Solución natural | Costo promedio | Costo de mantenimiento | Consideraciones en relación con los costos |
|--|---|---|---|
| Preservación o rehabilitación del suelo | Varía dependiendo del valor de la tierra y del método de preservación | Varía dependiendo del valor de la tierra y del método de preservación | Evaluación ecológica de referencia; adquisición de la tierra; retiro de estructuras existentes; diseño; ingeniería; obtención de permisos, y mantenimiento (considerando aspectos como control de la contaminación, especies invasoras, erosión y visitas). |

| Solución natural | Costo promedio | Costo de mantenimiento | Consideraciones en relación con los costos |
|---|---|---|---|
| Forestación: PRESERVACIÓN FORESTAL | Varía dependiendo del valor de la tierra y del método de preservación | Varía dependiendo del valor de la tierra y del método de preservación | Material vegetal; instalación (irrigación, retroexcavadora, palas, arroyo o cubierta vegetal, semilleros y plántulas); material de mantenimiento (retroexcavadora, trituradora, motosierras), y mantenimiento (incluidos riego, control de plagas, poda —en especial cerca de cables de electricidad—, remoción y eliminación de árboles peligrosos, y paisajismo en márgenes). |
| Forestación: FILTROS DE CAJA DE ÁRBOL (ALCORQUES DE CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES) | \$EU753-6,456 por metro cuadrado | \$EU32-151 por metro cuadrado | Material vegetal; instalación (irrigación, retroexcavadora, palas, arroyo o cubierta vegetal, semilleros y plántulas); material de mantenimiento (camión de carga, trituradora, motosierras), y mantenimiento (incluidos riego, control de plagas, poda —en especial cerca de cables de electricidad—, retiro y eliminación de árboles peligrosos, y paisajismo en márgenes). |
| Forestación: PLANTACIÓN DE ÁRBOLES | \$EU13-288 por árbol | \$EU15-81 por árbol | Material vegetal; instalación (irrigación, retroexcavadora, palas, arroyo o cubierta vegetal, semilleros y plántulas); material de mantenimiento (camión de carga, trituradora, motosierras), y mantenimiento (incluidos riego, control de plagas, poda —en especial cerca de cables de electricidad—, retiro y eliminación de árboles peligrosos, y paisajismo en márgenes). |
| Calles verdes | Varía dependiendo de la combinación de prácticas utilizadas | Varía dependiendo de la combinación de prácticas utilizadas | Las consideraciones se basan en una combinación de prácticas utilizadas, pero pueden incluir remoción de sedimentos, hojas o basura que obstruyan el flujo del agua; reemplazo de plantas, y riego. Los costos se reducen si los proyectos forman parte de un programa existente de mejoramiento de calles. |
| Biorretención: JARDINES DE LLUVIA | \$EU54-172 por metro cuadrado | \$EU3.4-6.6 por metro cuadrado | Diseño; ingeniería; obtención de permisos; materiales (piedra, plantas, arroyo o cubierta vegetal); instalación, y mantenimiento (incluidos riego, poda, deshierbe, control de especies invasoras, rastrillaje de cubierta vegetal, retiro de basura y despeje de vías de circulación cuando menos dos veces al año y después de tormentas fuertes). |

| Solución natural | Costo promedio | Costo de mantenimiento | Consideraciones en relación con los costos |
|--|--------------------------------|----------------------------------|---|
| Biorretención: SISTEMAS DE BIOINFILTRACIÓN | \$EU59-258 por metro cuadrado | \$EU0.65-2.26 por metro cuadrado | Diseño; ingeniería; obtención de permisos; materiales (piedra, plantas, arroyo o cubierta vegetal); instalación, y mantenimiento (incluidos riego, poda, deshierbe, control de especies invasoras, rastrillaje de cubierta vegetal, retiro de basura y despeje de vías de circulación cuando menos dos veces al año y después de tormentas fuertes). |
| Biorretención: FRANJAS FILTRANTES CON VEGETACIÓN | \$EU0.32-32 por metro cuadrado | \$EU0.75 por metro cuadrado | Diseño; ingeniería; obtención de permisos; materiales (piedra, plantas, arroyo o cubierta vegetal); instalación, y mantenimiento (incluidos riego, poda, deshierbe, control de especies invasoras, rastrillaje de cubierta vegetal, retiro de basura y despeje de vías de circulación cuando menos dos veces al año y después de tormentas fuertes). |
| Azoteas verdes y azules: AZOTEAS AZULES | \$EU11-54 por metro cuadrado | N/A | Diseño; ingeniería; obtención de permisos; reforzamiento estructural; impermeabilización (expectativa de vida de 40 años); materiales (plantas, tierra, arroyo o cubierta vegetal); instalación, y mantenimiento (incluidos riego, control de especies invasoras, e inspecciones anuales a fin de remover arbustos problemáticos y reducir la posibilidad de filtraciones). |
| Azoteas verdes y azules: AZOTEAS VERDES | \$EU97-334 por metro cuadrado | \$EU0.22-4.41 por metro cuadrado | Diseño; ingeniería; obtención de permisos; reforzamiento estructural; impermeabilización (expectativa de vida de 40 años); materiales (plantas, tierra, arroyo o cubierta vegetal); instalación, y mantenimiento (incluidos riego, control de especies invasoras, e inspecciones anuales a fin de remover arbustos problemáticos y reducir la posibilidad de filtraciones). |
| Pavimentos permeables: ADOQUINES | \$EU54-129 por metro cuadrado | \$EU0.11-2.47 por metro cuadrado | Diseño; ingeniería; obtención de permisos; materiales; instalación, y mantenimiento (incluidos barrido o aspirado, disminución del uso de arena y sal para deshielo en climas fríos y mantenimiento de tierra bajo los adoquines para permitir la filtración). |
| Pavimentos permeables: ASFALTO POROSO | \$EU59-86 por metro cuadrado | \$EU0.97-2.47 por metro cuadrado | Diseño; ingeniería; obtención de permisos; materiales; instalación, y mantenimiento (incluidos barrido o aspirado, disminución del uso de arena y sal para deshielo en climas fríos y mantenimiento de tierra bajo el asfalto poroso para permitir la filtración). |

| Solución natural | Costo promedio | Costo de mantenimiento | Consideraciones en relación con los costos |
|---|---|--|--|
| Pavimentos permeables: CONCRETO POROSO | \$EU59-129 por metro cuadrado | \$EU0.97-2.47 por metro cuadrado | Diseño; ingeniería; obtención de permisos; materiales; instalación, y mantenimiento (incluidos barrido o aspirado, disminución del uso de arena y sal para deshielo en climas fríos y mantenimiento de tierra bajo el concreto poroso para permitir la filtración). |
| Pavimentos permeables: GRAVA | \$EU18-65 por metro cuadrado | \$EU0.22-0.54 por metro cuadrado | Diseño; ingeniería; obtención de permisos; materiales; instalación, y mantenimiento (incluidos barrido o aspirado, disminución del uso de arena y sal para deshielo en climas fríos y mantenimiento de tierra bajo la grava para permitir la filtración). |
| Dunas y playas: RELLENO O RECUPERACIÓN DE PLAYAS | \$EU683,000 por kilómetro (construcción y mantenimiento) | \$EU683,000 por kilómetro (construcción y mantenimiento) | Evaluación ecológica de referencia; diseño; ingeniería; obtención de permisos; materiales (por ejemplo: plantas dunares); compra o renta de equipo (para nivelación, creación de contornos naturales, etc.); supervisión, y mantenimiento (incluidos relleno continuo con arena, remoción de plantas invasoras y protección de plantas dunares). |
| Dunas y playas: REHABILITACIÓN DE DUNAS | \$EU6,560-16,400 por metro lineal | \$EU328-1,640 por metro lineal | Evaluación ecológica de referencia; diseño; ingeniería; obtención de permisos; materiales (por ejemplo: plantas dunares); compra o renta de equipo (para nivelación, creación de contornos naturales, etc.); supervisión, y mantenimiento (incluidos relleno continuo con arena, remoción de plantas invasoras y protección de plantas dunares). |
| Marismas salobres y humedales costeros: REHABILITACIÓN DE MARISMAS SALOBRES | \$EU256-938 por metro lineal \$EU39,520-148,200 por hectárea | N/A | Evaluación ecológica de referencia; diseño; ingeniería; obtención de permisos; material de rehabilitación; equipo; mano de obra; supervisión, y mantenimiento (incluidos control de contaminación y especies invasoras, mantenimiento del aporte de sedimentos y la hidrología, manejo de posibles factores de presión o deterioro ambiental, favorecimiento de la migración de humedales y preservación de tierras adyacentes). |

| Solución natural | Costo promedio | Costo de mantenimiento | Consideraciones en relación con los costos |
|---|--|------------------------|--|
| Marismas salobres y humedales costeros: HUMEDALES CONSERVADOS | \$EU38,285 por hectárea | N/A | Evaluación ecológica de referencia; diseño; ingeniería; obtención de permisos; material de rehabilitación; equipo; mano de obra; supervisión, y mantenimiento (incluidos control de contaminación y especies invasoras, mantenimiento del aporte de sedimentos y la hidrología, manejo de posibles factores de presión o deterioro ambiental, favorecimiento de la migración de humedales y preservación de tierras adyacentes). |
| Marismas salobres y humedales costeros: PRESERVACIÓN DE VEGETACIÓN ACUÁTICA SUMERGIDA | \$EU93,860- \$EU6.9 millones por hectárea | N/A | Evaluación ecológica de referencia; diseño; ingeniería; obtención de permisos; material de rehabilitación; equipo; mano de obra; supervisión, y mantenimiento (incluidos control de contaminación y especies invasoras, mantenimiento del aporte de sedimentos y la hidrología, manejo de posibles factores de presión o deterioro ambiental, favorecimiento de la migración de humedales y preservación de tierras adyacentes). |
| Marismas salobres y humedales costeros: MANGLARES | \$EU30,875 por hectárea para restablecer el flujo hidrológico | N/A | Evaluación ecológica de referencia; diseño; ingeniería; obtención de permisos; material de rehabilitación; equipo; mano de obra; supervisión, y mantenimiento (incluidos control de contaminación y especies invasoras, mantenimiento del aporte de sedimentos y la hidrología, manejo de posibles factores de presión o deterioro ambiental, favorecimiento de la migración de humedales y preservación de tierras adyacentes). |
| Arrecifes de ostras y de coral: ESTABLECIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE ARRECIFES DE OSTRAS | \$EU666-1,266 por metro lineal \$EU0.8 millones por kilómetro | N/A | Evaluación ecológica de referencia; diseño; obtención de permisos; material de rehabilitación (como conectores para corales o sustratos para la captación de ostras); mano de obra; supervisión, y mantenimiento (incluidos disminución de factores de presión o deterioro ambiental como pesca excesiva, contaminación de origen terrestre y destrucción del hábitat). |
| Arrecifes de ostras y de coral: REHABILITACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL | \$EU0-62 millones por hectárea | N/A | Evaluación ecológica de referencia; diseño; obtención de permisos; material de rehabilitación (como conectores para corales o sustratos para la captación de ostras); mano de obra; supervisión, y mantenimiento (incluidos disminución de factores de presión o deterioro ambiental como pesca excesiva, contaminación de origen terrestre y destrucción del hábitat). |

| Solución natural | Costo promedio | Costo de mantenimiento | Consideraciones en relación con los costos |
|---|---|--|--|
| Litorales híbridos: VEGETACIÓN ÚNICAMENTE | \$EU223-371 por metro lineal | Menos de \$EU328 por metro lineal al año | Evaluación ecológica de referencia; diseño; ingeniería; obtención de permisos; instalación; supervisión, y mantenimiento (incluidos control de plantas invasoras, reparaciones y replantación periódica, sobre todo después de una tormenta o inundación fuerte si los sistemas radiculares de las plantas no están totalmente desarrollados). Los costos varían significativamente dependiendo del tipo de línea costera utilizada. |
| Litorales híbridos: MEZCLA DE ELEMENTOS NATURALES Y ESTRUCTURALES | \$EU384-1,978 por metro lineal (vegetación, estructura, relleno y costos promedio de opciones híbridas, desde \$EU184 por metro lineal para troncos de coco, hasta \$EU1,102 por metro lineal para marisma más dique o rompeolas) | Menos de \$EU328 por metro lineal al año | Evaluación ecológica de referencia; diseño; ingeniería; obtención de permisos; instalación; supervisión, y mantenimiento (incluidos control de plantas invasoras, reparaciones y replantación periódica, sobre todo después de una tormenta o inundación fuerte si los sistemas radiculares de las plantas no están totalmente desarrollados). Los costos varían significativamente dependiendo del tipo de línea costera utilizada. |
| Líneas costeras reforzadas artificialmente | \$EU1,499-3,168 por metro lineal (\$EU410 por metro para muro de contención de vinilo hasta \$EU6,403 por metro para un malecón) | \$EU328-1,640 (o más) por metro lineal | Reparación o reemplazo completo de la línea costera reforzada en caso de daño por tormenta o por la erosión. |