

CONAMA 2022

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

PROCEDIMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA



Proyecto URBAN GreenUP. Caso de estudio de Valladolid.

PROCEDIMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

Autor Principal: Raúl Sánchez Francés (Fundación CARTIF)

Otros autores: Jorge Calvo Presa (Fundación CARTIF), Raquel Marijuan Cuevas (Fundación CARTIF), Silvia Gómez Valle (Fundación CARTIF), Esther San José Carreras (Fundación CARTIF), José María Sanz (Fundación CARTIF), María González Ortega (Fundación CARTIF), José Feroso Domínguez (Fundación CARTIF)

ÍNDICE

1. Título
2. Palabras Clave
3. Resumen
4. Introducción
5. Objetivos
6. Indicadores
 - 6.1. Mitigación y adaptación climática
 - 6.2. Gestión del agua
 - 6.3. Gestión de espacios verdes
 - 6.4. Calidad del aire
 - 6.5. Regeneración urbana
 - 6.6. Planificación y gobernanza participativas
 - 6.7. Justicia social y cohesión social
 - 6.8. Salud pública y bienestar
 - 6.9. Potencial de oportunidades económicas y empleos verdes
7. Conclusiones
8. Bibliografía

1. TÍTULO

Procedimientos para la monitorización de la actividad de soluciones basadas en la naturaleza. Proyecto URBAN GreenUP, caso de estudio de Valladolid

2. PALABRAS CLAVE

Soluciones basadas en la Naturaleza, monitorización, procedimientos, indicadores, KPIs

3. RESUMEN

La monitorización de las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en nuestras ciudades constituye una parte esencial del aprendizaje sobre su funcionamiento, y nos servirá como herramienta para su gestión. El empleo de indicadores (KPIs – Key Performance Indicators) permitirá conocer la evolución de las SbN, como impactan sobre los actuales desafíos de ciudad, su efectividad y su rendimiento (ambiental, técnico, económico, social) entre otros parámetros de su funcionalidad.

Esta comunicación presenta el caso de estudio de Valladolid, como una de las tres ciudades demostradoras (Front Runners) en el marco del Proyecto URBAN GreenUP (New methodology to develop re-naturing Urban Plans by nature-based solutions - H2020 SCC02-2016-2017 Demonstrating innovative nature-based solutions in cities- Grant Agreement No 730426), donde se determina en qué medida las SbN contribuyen a resolver problemas biofísicos, sociales, y desafíos económicos debidos al Cambio Climático en áreas urbanas. Para ello, se ha llevado cabo un primer año de investigación de referencia sobre la situación actual de la ciudad (baseline), tras el cual se ha realizado la implementación de numerosas SbN (tejados verdes, fachadas verdes, barreras anti-ruido, jardines verticales, toldos vegetados, ...). Como parte final del Proyecto y de la evaluación de la funcionalidad de las SbN implementadas, ha sido necesario un arduo trabajo de monitorización, marcado por las dificultades de la pandemia (COVID-19) y el consecuente confinamiento. Para llevar a cabo el seguimiento de las SbN se han establecido protocolos de monitoreo centrados en los principios y procedimientos de monitorización biofísica y social, estructurados bajo el marco de la metodología Eclipse, así como en KPIs específicos seleccionados por el Proyecto para la demostración en Valladolid.

Para cada uno de estos KPIs, se ha descrito la justificación de su medida, incluyendo literatura asociada que sugiera por qué puede ser importante y/o relevante dicho indicador.

Así mismo, para concluir la monitorización en Valladolid se han establecido también los procedimientos, en términos generales, relativos a los métodos y enfoques adecuados para cada disciplina aplicada en el Proyecto, mostrándose tanto los procedimientos de monitoreo biofísico como los procedimientos de seguimiento socioeconómico. Todos estos procedimientos se han acompañado de un plan de gestión y puesta en común de los datos generados a lo largo del Proyecto y los que podrán generarse una vez finalizado el mismo.

4. INTRODUCCIÓN

El proyecto URBAN GreenUP es un proyecto de 5 años que combina la implementación práctica de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) con investigación social, ecológica y económica. Las SbN se han presentado como una forma innovadora de abordar los muchos desafíos que enfrentan las áreas urbanas. Esto incluye tanto los desafíos que son principalmente biofísicos (por ejemplo, el cambio climático, la mala calidad del aire, la mala calidad del agua y la degradación de los ecosistemas), como los desafíos sociales relacionados que prevalecen en las áreas urbanas (disminución de la participación en la gobernanza, desigualdades socioeconómicas y desarrollo económico). Este proyecto probará en qué medida las SbN pueden contribuir a resolver estos desafíos realizando primero 1 año de investigación de referencia, y luego implementando intervenciones específicas, seguidas de un período de monitoreo posterior a la intervención de 2 años.

PROCEDIMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

Siguiendo las premisas de la Comisión Europea, Valladolid ha seleccionado un conjunto de indicadores - Key Performance Indicators (KPI) basados en el marco Eklipse [1] y en colaboración con las otras ciudades líderes en el proyecto URBAN GreenUP: Liverpool e Izmir. El marco se desarrolló a partir de un proyecto financiado por la comisión europea para brindar orientación sobre cómo las ciudades pueden evaluar la eficacia de SbN. Su objetivo era ayudar a las partes interesadas de toda la Unión Europea a:

- 1) Desarrollar un marco de evaluación de impacto con una lista de criterios para evaluar el desempeño de las SbN al enfrentar los desafíos relacionados con la resiliencia climática en áreas urbanas.
- 2) Preparar una guía de aplicación para medir el desempeño de los proyectos de SbN frente a los indicadores identificados en la entrega de múltiples beneficios ambientales, económicos y sociales.
- 3) Hacer recomendaciones para mejorar la evaluación de la efectividad de los proyectos de SbN, incluida la identificación de brechas de conocimiento de acuerdo con los criterios presentados en el marco de evaluación de impacto.

5. OBJETIVOS

Los objetivos de esta comunicación son, describir los protocolos de seguimiento propuestos para las intervenciones URBAN GreenUP de la ciudad de Valladolid, teniendo en cuenta los desarrollos de los programas de seguimiento establecidos en el Proyecto y en línea con los principios de orden superior que se han obtenido a través del diagnóstico previo de la ciudad. La información clave sobre la ciudad de Valladolid, la justificación para desarrollar las intervenciones y sus ubicaciones se proporciona en los informes de diagnóstico y línea de base (URBAN GreenUP 2017a, 2017b). Estos proporcionarán un contexto importante para este protocolo de monitoreo, que se enfoca solo en los principios y procedimientos del monitoreo biofísico y social.

6. INDICADORES

Para aplicar el marco contextual de las SbN, el panel de expertos de Eklipse estableció diez áreas en las que las ciudades enfrentan desafíos urgentes, y para las cuales las SbN se pueden utilizar como una solución parcial:

- Desafío 1: Mitigación y adaptación climática.
- Desafío 2: Gestión del agua.
- Desafío 3: Resiliencia costera (no aplicable).
- Desafío 4: Gestión de espacios verdes.
- Desafío 5: Calidad del aire.
- Desafío 6: Regeneración urbana.

PROCEDIMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

- Desafío 7: Planificación y gobernanza participativas
- Desafío 8: Justicia social y cohesión social.
- Desafío 9: salud pública y bienestar.
- Desafío 10: potencial de oportunidades económicas y empleos verdes.

Estos desafíos proporcionan una estructura para organizar la evidencia de la eficacia de las SbN. Eclipse no es un marco prescriptivo, sino que describe las áreas que la investigación existente sugiere que son relevantes para las SbN, con recomendaciones amplias sobre posibles indicadores, para establecer los parámetros de los protocolos de entrega y seguimiento en el proyecto URBAN GreenUP. Los indicadores (KPIs) desarrollados son relevantes para las intervenciones realizadas y pueden medirse de manera robusta y consistente alineándose con los recursos humanos y financieros disponibles para el Proyecto.

Estos criterios son comparables con las áreas de preocupación y la investigación posterior que utilizaría cualquier ciudad interesada en evaluar la eficiencia y eficacia de su inversión en SbN. Sobre la base de estos criterios, se ha desarrollado una lista de KPIs que se han utilizado para desarrollar una línea base y monitorear la efectividad o el cambio posterior a la intervención.

A continuación, se mencionan y describen los indicadores más representativos empleados para la ciudad de Valladolid en el marco del proyecto URBAN GreenUP.

6.1. MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN CLIMÁTICA

INDICADORES AMBIENTALES

Cantidad total de carbono almacenado en la vegetación

Este indicador se puede denominar como sumidero de carbono y se define como el proceso de aumentar el contenido de carbono de un almacenamiento que no sea la atmósfera. Cuando las plantas crecen, capturan CO₂ de la atmósfera, por lo que la elección de las especies de plantas para las zonas urbanas puede establecerse teniendo en cuenta su propia capacidad de mejora del aire. El objetivo será maximizar la captura neta de carbono a través de la selección de especies y prácticas de gestión. Las SbN que se han implantado en Valladolid y que contribuirán a almacenar carbono en la vegetación son: 1) la Instalación de arbolado urbano con especies apropiadas adaptadas a condiciones de inundación temporal y con alta capacidad de secuestro de carbono; 2) La plantación de arbolado urbano en distintas zonas de la ciudad (área del corredor verde, estadio de fútbol y centro de ciudad) contribuyendo a zonas de sombra, la renaturalización de aparcamientos y las zonas verdes de descanso; 3) Otras SbN son los módulos de polinizadores que promueven la conservación y mejora de la biodiversidad y los filtros verdes en un nuevo concepto de parque inundable con otras SbN. También se implementarán pavimentos verdes innovadores que combinen suelo natural, plantas y materiales poliméricos y cementosos.

La cantidad de carbono almacenado en la biomasa (hojas, tallos, tronco, raíces y materia orgánica del suelo) para evaluar las toneladas de carbono removidas o almacenadas por unidad

de superficie ($t\ CO_2/año * ha$) por unidad de tiempo ($ton\ CO_2/año * ha$) se calculará y utilizará para evaluar el impacto de la SbN. Este indicador incluye la medición y el cálculo del área de nuevos bosques creados para completar el estudio y también los cálculos predictivos sobre la base del crecimiento estimado de cada especie para un periodo determinado.



Figura 1. Sumidero de carbono y tecnosuelos en Valladolid. (Fuente: CARTIF)

Disminución de las temperaturas locales diurnas medias o máximas

El efecto de isla de calor urbano se refiere al aumento de las temperaturas de las áreas urbanas en comparación con las áreas rurales circundantes bajo una variedad de distintas condiciones meteorológicas. Las temperaturas de las superficies urbanas, como carreteras y aceras, pueden ser significativamente más altas que la temperatura del aire debido a la mayor capacidad de los materiales de construcción para absorber y retener el calor, liberándolo durante la noche.

Las SbN utilizadas para este indicador son las estructuras verdes de sombra (denominadas toldos vegetados), con un sustrato inerte que está cubierto de semillas, germinando y creciendo sobre una estructura textil, fijándose a las fachadas de los edificios en la calle o mediante postes fijados a la acera. Estas superficies verdes crean superficies de hojas altas en las zonas peatonales. Otras SbN utilizadas son los árboles para dar sombra, los árboles de refrigeración que aprovechan el enfriamiento evapotranspirativo, las fachadas verdes que son cubiertas total o parcialmente con vegetación y los pavimentos verdes en los aparcamientos, destinados a la sustitución de pavimentos urbanos grises con un 50% de suelo vegetal y alta capacidad de drenaje.

En este caso se mide la temperatura del aire y la humedad relativa en los puntos de muestreo en distintos radios a partir de las ubicaciones de SbN, tanto antes como después de la intervención. Calculando por ejemplo el número de noches tropicales por mes (verano) y por año siguiendo la configuración de ubicación de la ciudad. Posteriormente se comparan estos datos con los valores tomados en ubicaciones equivalentes en tramos de calle equivalentes sin esas SbN a una hora similar del día en las mismas fechas o continuamente. Para la monitorización de esas SbN y los KPIs establecidos para ellas, se han empleado sensores de temperatura y

PROCEDIMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

humedad del aire y del suelo, radiación solar visible, velocidad y dirección del viento, precipitaciones, presión atmosférica, etc. (figura 1).



Figura 2. Sensores de temperatura y humedad Fuente
(http://www.libelium.com/uploads/2013/02/agriculture-sensor-board_2.0_eng.pdf y
<https://www.elitechonline.co.uk/RC-5>)

INDICADORES ECONÓMICOS

kWh/y y t C/y ahorrados - Ahorro de energía y consumo de carbono a partir de la reducción del consumo de energía del edificio

La implementación de SbN en áreas urbanas genera ahorro de energía y consumo de carbono a partir de la reducción directa del consumo de energía en los edificios. Esta reducción de la demanda de energía para calefacción y refrigeración se considera un indicador económico que también se puede cuantificar con la reducción de la cantidad de emisiones de CO₂ (informe de Eclipse). Por lo tanto, con relación a una situación de referencia, la energía no consumida puede contabilizarse como una reducción de las emisiones de CO₂.

En Valladolid se ha implementado una fachada verde que tiene aproximadamente 400 m² que se ha instalado en el edificio de El Corte Inglés de la Calle Constitución de Valladolid y consiste en un sistema modular de bajo coste y bajo mantenimiento gracias al uso de un sustrato específico inteligente, un sistema de ahorro de agua y una selección de plantas específicas capaces de resistir tanto a las heladas como la sequía. Otra SbN es la cubierta verde que se ha instalado en el edificio del Mercado de Campillo para conectar esta zona con la Plaza de España. Esta cubierta vegetal integra vegetación específica de mínimo mantenimiento. Sus características estructurales proporcionan agua para las plantas, humedad para el aire y captura de CO₂. Asimismo, la cubierta verde contribuye a reducir el consumo energético debido a la mejora del aislamiento.



Figura 3. Fachada y cubierta verde instaladas en Valladolid. (Fuente: CARTIF)

Para estimar el ahorro energético, en este apartado se resumen algunos estudios que evalúan diferentes configuraciones y parámetros. Aunque algunos estudios midieron directamente el ahorro de energía, la mayoría utilizó herramientas de simulación. Además, los muros verdes y las fachadas verdes se estudian de forma independiente en la bibliografía. En consecuencia, considerando el tipo de infraestructura y los parámetros definidos (aislamiento de cubiertas, consigna de temperatura, especies vegetales, etc.) se aplicará la estimación que mejor se acerque a las soluciones técnicas implantadas en Valladolid. Otra opción para la monitorización es la medición de la reducción de la transmitancia térmica de la pared/techo. La transmitancia térmica (valor U) es la tasa de transferencia de calor por unidad de área, medida en $W/m^2 \cdot K$. Para estimar los ahorros de energía, los valores U de la pared/techo deben conocerse antes y después de la intervención (antes y después de la implementación de la pared/techo verde). Para obtener el valor U antes de la intervención, se pueden considerar algunos enfoques:

- Medición directa por medio de un sensor de flujo de calor.
- Estimación basada en el espesor de los materiales de pared y su conductividad térmica.
- Estimación a través de informes bibliográficos.

6.2. GESTIÓN DEL AGUA

INDICADORES BIOFÍSICOS

Coeficiente de escorrentía en relación con las cantidades de precipitación

Este indicador se ha definido principalmente para Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS –Sustainable Urban Drainage Systems, por sus siglas en inglés), que son sistemas de drenaje que se consideran beneficiosos para el medio ambiente y que causan un daño mínimo o nulo a largo plazo, pero también podrían aplicarse para escalar el impacto de otros tipos de SbN en la eficiencia de reducción de escorrentía.

Otras SbN implementadas son las plantas de tratamiento de aguas residuales basada en la combinación de sistemas de tratamiento naturales, tales como humedales construidos y

PROCEDIMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

estanques, los jardines de lluvia diseñados para recolectar, almacenar, filtrar y tratar el agua de escorrentía., los parques inundables que se pueden diseñar para controlar las tasas de flujo y disminuir los picos de flujo almacenando el exceso de agua de la inundación y liberándola lentamente una vez que haya pasado el riesgo de inundación y por último los pavimentos verdes destinados a la sustitución de pavimento urbano gris con suelo 50% vegetal y alta capacidad de drenaje.

Este es un KPI estimado utilizando un modelo hidrológico rentable basado en el método Número de Curva de Servicio de Conservación de Suelos (SCS-CN) [2], estimando el volumen de reducción de escorrentía por espacios verdes urbanos en cada uno de los diferentes sitios donde se ubicarán las SbN.

Reducción de picos de inundación. Aumento en el tiempo hasta el valor pico %

Este indicador se ha definido principalmente para SUDs, pero también podría aplicarse para escalar el impacto de otros tipos de SbN en la reducción del caudal máximo y el aumento del tiempo hasta el caudal máximo. Las otras SbN asociadas son idénticas al indicador anterior Para el cálculo se aplicará un modelo de precipitación-escorrentía.

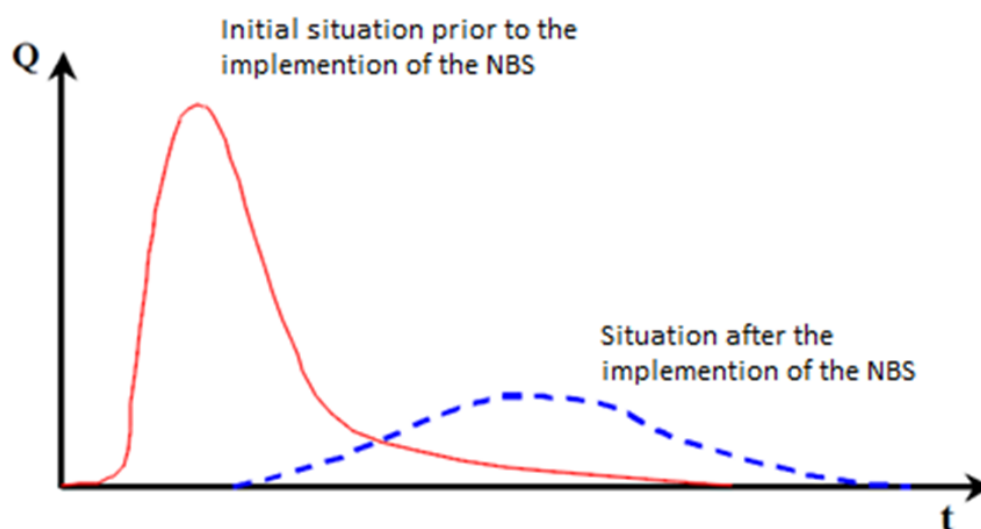


Figura 4. Esquema hidrológico (Fuente: CARTIF)

Reducción del riesgo de sequía

La clasificación tradicional de los tipos de sequía ha evolucionado principalmente desde las ciencias meteorológicas e hidrológicas (sequías meteorológicas e hidrológicas) hasta reflejar los impactos agrícolas y socioeconómicos. Como en otros apartados las SbN asociadas son el tratamiento natural de aguas residuales, parques inundables, acciones relacionadas con los árboles, parques inundables, filtro verde, electrowetlands. El indicador se calcula en base a los recursos hídricos renovables totales (TRWR), la extracción total de agua dulce (TFWW) y los requisitos de caudal ambiental (EFR).

Capacidad de absorción de superficies verdes, estructuras de biorretención y árboles individuales

Como para otros indicadores anteriores las SbN también se refieren al tratamiento natural de aguas residuales, parques inundables, filtros verdes, jardín de lluvia, SUDS, pavimentos verdes y electro-humedales definidos anteriormente. Se proponen dos métodos para medir este KPI: uno es una estimación y el segundo supone una medida directa de escorrentía con diversos parámetros

Reducción de temperatura en áreas urbanas

Este indicador se puede aplicar a escala de calle/edificio, barrio o ciudad dependiendo de la escala de intervención de la SbN a evaluar. En este KPI, las temperaturas locales diurnas medias y máximas se calcularán y utilizarán para evaluar el impacto de las SbN. Este indicador incluye la medición y cálculo de la humedad relativa local media y diurna para completar el estudio.

Las SbN a utilizar son el tratamiento natural de aguas residuales, los parques inundables, filtros verdes y la silvicultura de captación urbana que se basa en la renaturalización de estas cuencas urbanas mediante la plantación de árboles urbanos, con un diseño específico para "ralentizar el flujo" de agua a través de la cuenca. Se cuantifica midiendo la temperatura del aire y la humedad relativa en los puntos de muestreo en un distintos radios desde las ubicaciones de SbN antes y después de la intervención. Se comparan estos datos con las mediciones tomadas en ubicaciones equivalentes en tramos de calle equivalentes sin esos SbN a una hora similar del día en las mismas fechas o de forma continua.

Lluvia interceptada

Cuando la lluvia cae sobre una superficie con vegetación (lluvia bruta), una parte es interceptada por el dosel vegetal y se evapora directamente a la atmósfera (pérdida de interceptación). El resto de la lluvia llega al suelo (lluvia neta) tanto a través de claros como por goteo del dosel (a través del otoño), o corriendo por el tallo principal (flujo del tallo). La capacidad de almacenamiento del dosel es la cantidad mínima de agua necesaria para saturar completamente la superficie del dosel. La capacidad máxima de almacenamiento de una hoja oscila entre 1 y 2 l/m². Como en indicadores anteriores las SbN asociadas son el tratamiento natural de aguas residuales, parques inundables, filtros verdes, acciones relacionadas con árboles. Se proponen dos métodos para la determinación de la lluvia interceptada: uno estimativo basado en el modelo de Rutter el al (1971) y otro directo, que requiere el uso de pluviómetros. El modelo de Rutter [3] representa el proceso de interceptación por un balance de agua corriente de entrada, almacenamiento y salida de lluvia en forma de drenaje y evaporación. Dado que las tasas de drenaje y evaporación dependen de la cantidad de agua almacenada en el dosel, varían a lo largo del evento.

Porcentaje de áreas verdes en áreas con riesgo de inundación

Este indicador físico evalúa los incrementos de espacios verdes públicos en aquellas zonas susceptibles de inundaciones. Puede evaluar SbN que involucran infraestructuras verdes horizontales, especialmente aquellas que se encuentran dentro de áreas de riesgo de inundaciones, y también pueden generar una influencia en el control de inundaciones. El área del parque inundable es un gran ejemplo de eso. Los datos necesarios para evaluar este KPI se obtendrán a través de la información pluviométrica proporcionada por AEMET; mapas digitales de cobertura terrestre del proyecto de cobertura terrestre CORINE; zonas verdes del municipio de Valladolid, y topografía a partir de modelos digitales de elevación (DEM) de cada intervención. Para estimar este KPI, se propone el uso de un modelo numérico bidimensional para la simulación de flujo superficial libre y procesos ambientales en la hidráulica fluvial.

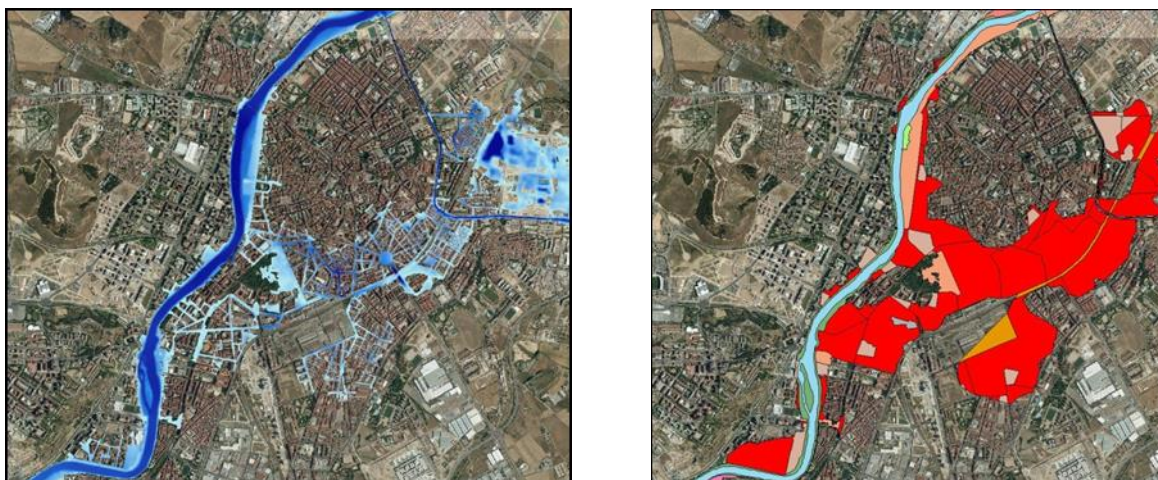


Figura 5: Mapa de peligrosidad de inundación y mapa de riesgo de inundación, respectivamente, de los ríos Pisuerga y Esgueva a su paso por la ciudad de Valladolid para una inundación con periodo de retorno de 100 años.

Población y Áreas (Ha) expuesta al riesgo de inundaciones

Estos indicadores se han definido principalmente para el parque inundable, pero también podrían aplicarse para escalar el impacto de otros tipos de SbN en la reducción del caudal máximo y el aumento del tiempo hasta el caudal máximo. Los datos necesarios para evaluar este KPI se obtendrán a través de la información pluviométrica proporcionada por AEMET; mapas digitales de cobertura terrestre del proyecto de cobertura terrestre CORINE; datos demográficos del municipio de Valladolid; y tamaño y topografía a partir de modelos digitales de elevación (DEM) de cada intervención.

Se compararán las áreas y población expuesta a inundaciones antes y después de la instalación del SbN para saber si la intervención tiene influencia en la mitigación de los efectos de los riesgos de inundación.

INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA

Reducción de nutrientes; abatimiento de contaminantes

Este KPI tiene como objetivo determinar la eliminación de materia orgánica, nutrientes y otros contaminantes en el SbN. Para ello se determina la concentración de los contaminantes específicos a monitorear tanto en el afluente (aguas residuales crudas) como en el efluente final. La reducción observada en la concentración es el abatimiento alcanzado en el sistema monitoreado implica toma de muestras y determinaciones analíticas en un laboratorio. Las soluciones basadas en la naturaleza asociadas son: Tratamiento natural de aguas residuales, Planta de tratamiento de aguas residuales y los electrohumedales. Este KPI se calcula a partir de datos medidos utilizando una metodología definida por el Proyecto URBAN GreenUP calculando la reducción de contaminantes en la SbN relacionada se determina mediante la comparación de la concentración del contaminante objetivo en el afluente y el efluente del sistema (NTWP o electrowetland) e implica la toma de muestras de agua y su posterior análisis en laboratorio.

Agua para riego

PROCEDIMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

Algunas SbN pueden tratar las aguas residuales en el momento en que se brindan otros servicios ecosistémicos. En función de la calidad del efluente, se pueden considerar varios usos para las aguas residuales regeneradas, uno de los cuales es para riego.

Cada país tiene su propia ley específica en cuanto a los límites de calidad del agua que se deben cumplir en función del uso final de las aguas residuales tratadas. En consecuencia, en Valladolid se debe seguir la ley española REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

Las aguas residuales tratadas se reutilizarán para regar los jardines circundantes. El caudal de agua residual regenerada se cuantificará mediante caudalímetros colocados en el efluente de la línea de tratamiento. Los volúmenes de aguas residuales reutilizadas para fines de riego se compararán con los volúmenes de riego de agua del grifo utilizados anteriormente para ese fin. También se medirá la superficie regada con agua regenerada. Se analizarán los parámetros de calidad del agua requeridos a partir de muestras de aguas residuales tratadas para garantizar el cumplimiento de la legislación.

INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Beneficio económico de reducción de aguas pluviales tratadas en alcantarillado público

Las infraestructuras verdes pueden evitar que la lluvia ingrese al sistema de tratamiento de agua al permitir que penetre en el suelo o se evapore nuevamente en el aire.

En el caso de Valladolid, las aguas pluviales, las aguas residuales domésticas y las aguas residuales industriales se recogen mediante un sistema de alcantarillado combinado que transporta todas las aguas residuales a una estación depuradora de aguas residuales. La Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Valladolid tiene una capacidad de tratamiento de 570.000 habitantes (futura ampliación hasta 750.000 habitantes) y un caudal máximo de 3 m³/s.

La reducción prevista de los vertidos superficiales por la implantación de las diferentes SbN en la ciudad de Valladolid reducirá el volumen total de aguas residuales recogidas a través del alcantarillado y, por tanto, el volumen de agua a tratar en la EDAR. Las SbN utilizadas para este indicador son parques inundables, jardines de lluvia y los sistemas de drenaje que se consideran beneficiosos para el medio ambiente (SUDs), además de pavimentos verdes. La metodología a seguir será estimar el volumen de agua retenido por la SbN a través de distintos indicadores lo que permite determinar la reducción de la escorrentía. Este volumen de agua (mm/año; m³/mes), que no se desvía al alcantarillado, se multiplicará por el costo anual por el mantenimiento del sistema de alcantarillado municipal y tratamiento y de las infraestructuras de aguas. Esto se comparará con datos de la empresa AQUAVALL antes y después de la implantación de la SbN.

6.3. GESTIÓN DE ESPACIOS VERDES

INDICADORES SOCIALES

Distribución de espacios verdes públicos. Superficie total o per cápita

Mediante este indicador se evalúan los incrementos de espacios verdes públicos en términos de superficie total o per cápita. Las infraestructuras verdes urbanas son una parte clave del desarrollo sostenible de nuestras ciudades. Pueden proporcionar importantes servicios ecosistémicos en ellos, incluidos servicios de aprovisionamiento, regulación, apoyo y culturales. La superficie total de áreas verdes necesita ser relativizada en términos de área total o per cápita, para comparar resultados con otras ciudades o para observar la evolución dentro de la misma ciudad. Este KPI puede evaluar las SbN que involucran infraestructuras verdes horizontales, como un nuevo carril bici verde y la renaturalización de los carriles bici existentes: carril bici verde; áreas verdes de descanso; vías verdes ciclo-peatonales, etc., se puede medir a través de software específico, como software GIS (QGIS) y un software de hoja de cálculo. Los resultados se pueden mostrar en mapas y/o tablas.

Accesibilidad de los espacios verdes urbanos para la población

Este indicador social evalúa la accesibilidad de los espacios verdes urbanos para la población en términos de distancia total o tiempo. De hecho, encontraron que la prevalencia de factores de riesgo cardiovascular y la prevalencia de diabetes eran significativamente menores entre los usuarios de los parques que entre los no usuarios [4]. Sugirieron que las políticas de salud pública dirigidas a promover estilos de vida saludables en entornos urbanos podrían producir beneficios cardiovasculares. Por otra parte, demostraron que la accesibilidad a los parques urbanos influye en el uso que la población hace de ellos. De esta forma, cuanto más cerca esté un parque de sus usuarios, más lo utilizarán. Los índices de accesibilidad a espacios verdes pueden proporcionar una información importante para mejorar las políticas de gestión urbana [5][6].

Este indicador está relacionado con SbN que involucran infraestructuras verdes horizontales, como corredores verdes, sumideros de carbono urbanos, etc., como el indicador anterior se puede medir a través de GIS y un software de hoja de cálculo mediante procesamiento estadístico, por lo que no se requiere ningún sensor.

Valor cultural recreativo

Este indicador es el valor recreativo (número de visitantes, número de actividades recreativas) o cultural (número de eventos culturales, personas involucradas, niños en actividades educativas), relacionadas con una SbN; “Valor recreativo o cultural” pretende aplicar un enfoque diferente. Por lo tanto, este KPI estima el número de personas que interactúan con un SbN, con fines culturales, recreativos o educativos. Las SbN son Intervenciones no técnicas: Actividades educativas: Itinerarios educativos, Actividades educativas de agricultura urbana y se cuantifican los visitantes y el número de personas que participan en las actividades recreativas por año, relacionadas con una SbN, por ejemplo (número de personas que utilizan huertos urbanos (nº usuarios, número de participantes en las visitas guiadas, encuentros educativos: cursos, congresos, charlas, talleres, seminarios y simposios, etc. Se recopila la información mediante la aplicación móvil URBAN Green UP

INDICADORES AMBIENTALES

Producción de alimentos.

PROCEDIMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

Este KPI calcula o estima la producción de alimentos en huertos urbanos bajo el proyecto URBAN GreenUP sobre actividades agrícolas, como plantas hortícolas (tomate, pepino, cebolla, etc.).

Actualmente, en Valladolid se están cultivando plantas hortícolas, plantas aromáticas y plantas ornamentales en los cuatro huertos municipales de la ciudad (Valle de Arán (Barrio España) o Zona Norte, Parque Alameda (Covaresa) o Zona Sur, Santos-Pilarica o Zona Este y el Jardín Botánico (La Victoria) o Zona Oeste). Existen dos tipos de jardines municipales: jardines individuales (50 m² por parcela) y jardines comunitarios (hay tres en las zonas Norte, Sur y Este). Las siguientes imágenes muestran la ubicación de los jardines comunitarios en dos jardines, Parque Alameda y Santos Pilarica.



Figura 6: Jardines urbanos Parque Alameda

Figura 7: Jardines urbanos Santos-Pilarica

Las SbN asociadas son los-huertos urbanos, compostaje comunitario, ganadería urbana artesanal, actividades educativas de agricultura urbana. El KPI se calculará mediante la medición de la cantidad de alimentos producidos, donde los propios productores harán una estimación de la cantidad generada (encuestas). En los huertos individuales, actualmente al final de la campaña de verano (septiembre-octubre), se preguntará directamente a los usuarios mediante encuestas. Cada año el Ayuntamiento de Valladolid envía una encuesta a los productores. Se ha incluido una pregunta específica sobre la cantidad de alimentos que producen. Los productores pueden medir (escala) o estimar las cantidades (cuántas bolsas, cuántas unidades). Por otro lado, las huertas comunitarias miden cada año la cantidad de alimentos que producen, debido a que los productos se destinan a fines sociales. La producción de alimentos de las huertas comunitarias se medirá con una escala, no se estimará. Este KPI para la producción de alimentos se medirá/estimaré en toneladas/ha por año y toneladas/año.

Sostenibilidad de las zonas verdes.

Las soluciones y los espacios verdes urbanos deben diseñarse y administrarse adecuadamente teniendo en cuenta los altos impactos en los sistemas ecológicos y las comunidades. Entre otros, pueden mejorar la calidad de vida de los vecinos, restaurar ecosistemas, mitigar los efectos del cambio climático y promover una forma de vida saludable y respetuosa con el medio ambiente, reduciendo los impactos nocivos en el presente y el futuro, durante toda su vida.

El indicador de sostenibilidad de las áreas verdes se aplica a las siguientes SbN: Carril bici verde; acciones relacionadas con árboles; Intervenciones verticales y horizontales y parques inundables,

En este caso se ha definido un método simplificado basado en una tabla de puntuación para tener un enfoque de evaluación del impacto de las diferentes soluciones basadas en la naturaleza (SbN). El método evalúa diferentes aspectos (requisitos) organizados en tres temas diferentes: Impacto en el ecosistema: el contexto ecológico donde se ubica y desarrolla un proyecto, construcción y operación: el impacto de la ejecución de las obras para implementar el SbN y el impacto a lo largo de la vida por el uso y el Impacto en la sociedad: mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad. Posteriormente, se completa una tabla de puntuación, verificando los elementos que cumple el proyecto: se debe realizar una comparación entre el estado antes y después de la implementación de la SbN, para evaluar si el proyecto cumple con la condición del requisito. Algunos de los requisitos tienen un KPI relacionado que puede ayudar a evaluar el nivel de cumplimiento.

Calidad de vida de las personas mayores. Indicador ambiental

El aumento de la población de 60 años y más es una característica del siglo XXI en todo el mundo. La Organización Mundial de la Salud [7], se refiere a una revolución demográfica y supone que para el año 2025 la población mundial de 60 años o más habrá alcanzado los 1.200 millones de personas, y para el 2050 habrá dos mil millones de adultos mayores. Para que el envejecimiento sea una experiencia positiva, debe ir acompañado de oportunidades continuas de buena salud, participación y seguridad. Una experiencia positiva de envejecimiento implica no solo continuar con la actividad física o el trabajo, sino también la participación de los adultos mayores en diversos ámbitos: social, económico, cultural, espiritual y cívico. Las soluciones basadas en la naturaleza contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas mayores tanto al reducir la contaminación (que está directamente relacionada con problemas respiratorios y de salud) como al proporcionar nuevos espacios para la interacción social y el desarrollo de actividades recreativas/físicas, en este caso se tendrían en cuenta la existencia carril bici verde; Infraestructura verde vertical y horizontal; actuaciones en arbolado, parque inundable, zonas verdes de descanso; vías verdes ciclo-peatonales. La aplicación para teléfonos inteligentes incluye un motor de encuestas genérico que permitirá definir diferentes encuestas y recopilar las respuestas de los usuarios. La diferencia clave para cada indicador serán los propios cuestionarios que se definen en la plataforma (WHOQOL-BREF y WHOQOL-OLD, EuroQoL-5D, etc.)

Mayor conectividad con las estructuras verdes existentes.

La extensión y la disposición espacial de los espacios verdes accesibles dentro de cada sub-área de demostración pueden tener una influencia importante en la salud y el bienestar públicos; además de tener el potencial para aumentar la biodiversidad. Las áreas con vegetación brindan enfriamiento en los días calurosos a través de la evapotranspiración; y los árboles reducen el calor radiante al dar sombra, haciendo que el espacio público y las rutas de viaje sean más cómodas para las personas en los días en que las temperaturas en las áreas urbanas son altas. Este KPI se centrará en los espacios verdes accesibles al público, por lo que los jardines residenciales no se considerarán aquí. Este indicador está relacionado con SbN que involucran infraestructuras verdes, ya sean horizontales o verticales, como corredor verde, sumidero de carbono urbano, etc., y se puede medir a través de software específico, como software GIS (QGIS) y software de hoja de cálculo. Los resultados se pueden mostrar en mapas y/o tablas como la accesibilidad en espacios verdes.

Aumento de especies de polinizadores

En este indicador se evalúa los incrementos de especies polinizadoras. La presencia de insectos polinizadores como abejas, sírfidos, mariposas y polillas que visitan las flores es indicativo de polinización (servicio del ecosistema). El aumento del hábitat para los polinizadores en SbN, puede contribuir a una mayor abundancia de polinizadores en el área urbana más amplia y proporcionar escalones o corredores de hábitat desde un sitio de origen, como un parque urbano, hasta otro sitio urbano de con infraestructuras verdes. Los insectos polinizadores voladores son un indicador adecuado de la polinización y la biodiversidad en la nueva infraestructura verde de la SbN, ya que es probable que estos taxones ya estén presentes en los sitios de origen, como los parques urbanos, dentro del rango de alimentación normal de la nueva SbN. Los insectos polinizadores voladores son altamente móviles y, por lo tanto, se considera que tienen el potencial de llegar a los sitios de SbN dentro del período de monitoreo del proyecto. El monitoreo del aumento de polinizadores se llevará a cabo en todos los SbN que tengan vegetación herbácea o arbustiva, incluidos los recursos florales.



Figura 8. Módulo de polinizadores en Valladolid

Para su medición se selecciona un sitio de control como una ubicación similar, idealmente idéntica, al sitio de impacto previo a la intervención, que se espera que no se vea afectado por la intervención. El sitio de control debe ubicarse a una distancia suficiente del sitio de impacto emparejado para minimizar la probabilidad de que se registren los mismos individuos polinizadores tanto en el sitio de impacto como en el de control (observaciones independientes). Dado que es poco probable que los sitios de impacto y control seleccionados estén sujetos a condiciones ecológicas de referencia idénticas, el muestreo de los sitios de impacto y control antes y después de la intervención puede identificar y dar cuenta de otras variables, proporcionando un enfoque de estudio más sólido. Una vez localizados los módulos polinizadores, se seleccionarán las zonas donde se realizarán las mediciones, siendo el número de muestras suficiente para que sea representativo. Cuando no se muestree todo el sitio de estudio, se propone la observación de las visitas de los polinizadores a SbN dentro de cuadrantes

PROCEDIMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

de 1x1 m (en lugares de muestreo seleccionados al azar) como un método adecuado para obtener un muestreo representativo del sitio de estudio y los lugares de muestreo dentro de cada área de estudio se seleccionarán al azar en cada visita de encuesta. Cada sitio de estudio será muestreado una vez cada 4 semanas entre abril y octubre (si la temperatura diaria promedio en los meses anteriores a abril o después de octubre es mayor a 15 grados, se realizará un muestreo). Si la temperatura diaria promedio no alcanza los 15 grados, el muestreo comenzará más tarde en abril o se completará antes de octubre).

Percepciones de conectividad y movilidad

El transporte es un facilitador clave del desarrollo social y económico, y el sector del transporte representa 9 millones de puestos de trabajo en toda la UE. Dado que el 68 % de los ciudadanos de la UE vive en zonas urbanas [8], el transporte urbano es particularmente importante para el crecimiento futuro.

Este indicador pretende evaluar cómo perciben los ciudadanos las oportunidades de movilidad y conectividad en la ciudad, más que la medición de la disponibilidad de transporte en sí misma, con la esperanza de comprender los problemas que enfrentan los ciudadanos que viajan en áreas urbanas y el apoyo potencial para diferentes enfoques para hacer frente a estos problemas. Las soluciones basadas en la naturaleza desarrolladas en el proyecto también deberían mejorar la movilidad como parte de los Planes de Movilidad Urbana sostenible, ya sea proporcionando modos de transporte sostenibles, mejorando el comportamiento de los ciudadanos en las actividades de transporte (promoviendo caminar y andar en bicicleta) o proporcionando nuevos caminos y espacios para caminar y andar en bicicleta. Las SbN que mejoran la movilidad incluyen infraestructura dedicada para caminar y andar en bicicleta, áreas de estacionamiento y paseo, acciones relacionadas con los árboles; Áreas verdes de descanso; Vías verdes ciclo-peatonales, pero también otras soluciones que puedan hacer más agradable el paisaje y favorecer el caminar frente a otros modos de transporte.

La aplicación para teléfonos inteligentes incluye un motor de encuestas genérico que permitirá definir diferentes encuestas y recopilar las respuestas de los usuarios. La diferencia clave para cada indicador serán los propios cuestionarios que se definen en la plataforma.

6.4. CALIDAD DEL AIRE

INDICADORES AMBIENTALES

Concentración media anual de material particulado fino en ciudades registradas $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Este Indicador de calidad del aire (AQ), está asociado a SbN como los biofiltros, arbolado urbano, fachadas verdes, estructuras sombrías verdes, todas estas SbN están descritas anteriormente y además están las cercas verdes, este SbN está diseñado para reducir el ruido del tráfico que llega a la zona peatonal y las viviendas en la calle. Las barreras acústicas verdes tienen por un lado una geometría específica que favorece la reflexión del sonido y por otro lado, cuentan con módulos de jardín vertical con un sustrato específico que favorece la absorción del sonido.

En este indicador se medirá las concentraciones de aire de PM2.5 y PM10 en los puntos de muestreo en un rango de radios desde las ubicaciones de los árboles de la calle/muro verde de

PROCEDIMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

SbN antes y después de la intervención con un muestreador fotométrico portátil diseñado para medir las concentraciones ambientales de PM_{2.5} y PM₁₀, posteriormente se compararan estos datos con las medidas tomadas en ubicaciones equivalentes en tramos de carretera equivalentes sin árboles en las calles/pared verde a una hora similar del día en las mismas fechas.



Figura 8. Ejemplo de pantalla e histograma de monitorización aeroqual.

Niveles medios de exposición a la contaminación del aire ambiente

La contaminación del aire consiste en muchos contaminantes, entre otras partículas. Estas partículas son capaces de penetrar profundamente en las vías respiratorias y por tanto constituyen un riesgo para la salud al aumentar la mortalidad por infecciones y enfermedades respiratorias, cáncer de pulmón y enfermedades cardiovasculares seleccionadas. La concentración media anual de partículas finas suspendidas de menos de 2,5 micrones de diámetro (PM_{2.5}) es una medida común de la contaminación del aire. La media es un promedio ponderado de población para la población urbana de un país y se expresa en microgramos por metro cúbico [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]. Otros contaminantes importantes son el ozono y el NO_x.

INDICADORES ECONÓMICOS

Valores monetarios: valor de la reducción de la contaminación del aire; valor monetario total de los bosques urbanos, incluida la calidad del aire, la mitigación de la escorrentía, el ahorro de energía y el aumento del valor de las propiedades. Uso de infraestructura verde para calcular el valor de la calidad del aire.

Este KPI, relacionado con las mediciones de los aspectos económicos, evalúa cómo las intervenciones de SbN pueden aumentar el valor monetario total de los bosques urbanos, incluida la calidad del aire, la mitigación de la escorrentía, el ahorro de energía y el aumento del valor de las propiedades. Las SbN asociadas son el biofiltro verde, huerto urbano, arbolado incluyendo: Plantación y renovación de arbolado urbano; árboles de sombra; enfriamiento de árboles; árboles que renaturalizan, estacionamientos y áreas arbóreas alrededor de áreas urbanas, fachada Verde; Estructuras de sombra verde; vallas verdes. El uso de infraestructuras verdes, se refiere principalmente a los árboles, pero también, en menor medida, a otra vegetación. La propuesta de cómo ampliarlo se encuentra a continuación del apartado de resultados.

INDICADORES SOCIALES

Parámetros de calidad del aire

Este indicador se centra en el impacto de SbN específicas en una corriente gaseosa contaminada antes de ser liberada a la atmósfera urbana. Este indicador se ha definido principalmente para el filtro verde, pero en el futuro se puede usar para instalar otros SbN en tuberías exteriores para capturar contaminantes. A escala de laboratorio, el impacto de este SbN se ha medido mediante una configuración con caracterización del aire aguas arriba y aguas abajo del filtro. Sin embargo, a escala real, las mediciones de AQ son más complicadas. El sistema se va a instalar en el aparcamiento subterráneo “Plaza Zorrilla”. El aire de entrada se puede medir instalando un sensor en el área donde se va a extraer el aire o dentro de la tubería de entrada. Sin embargo, el aire de salida no se puede capturar directamente, es una superficie muy alta para cubrir. Así, se van a instalar dos puntos de medida antes y después de la implantación del BioFiltro. Uno de ellos junto a la zona exterior y el otro alejado, pero en la Plaza de Zorrilla. también. Estos tres puntos de medida contarán con sensores de PM y NOx.

6.5. REGENERACIÓN URBANA

INDICADORES SOCIOCULTURALES

Valoración de tipología, funcionalidad y beneficios proporcionados antes y después de las intervenciones

Se trata de un indicador global que pretende analizar la regeneración urbana (escala metropolitana o urbana) teniendo en cuenta la tipología, funcionalidad y beneficios. Los resultados mostrarán el potencial de una solución basada en la naturaleza para proteger, mejorar y regenerar los espacios urbanos.

Este KPI denominado “Evaluación de tipología, funcionalidad y beneficios proporcionados” es un indicador complejo, que se compone de indicadores de desempeño individuales (parámetros) y se tienen en cuenta varias soluciones basadas en la naturaleza como el sumidero de carbono urbano, plantación de árboles, zonas verdes, zonas de sombra, filtro verde, corredor verde: carril bici verde, zonas verdes de descanso, vías verdes ciclo-peatonales, Infraestructuras verdes verticales y horizontales: fachada verde, zonas de sombra, cubierta verde, etc.



Figura 9. Ejemplo de cubierta verde (Valladolid)

Se han definido un grupo de parámetros que son los criterios para calcular el indicador global. Estos criterios se definen como parámetros únicos, que se calculan a partir de datos técnicos y estadísticos recopilados o proporcionados por otros KPI., considerando superficie (m²), lineal (m) o individuos individuales (unidad). En todos los casos, el resultado se expresa en %. Incremento del área verde/azul (%): Este método se aplica a todas las SbN que aumentan el área verde, asociadas a una superficie de vegetación (árboles, arbustos, pasto). Esto también se aplica a todas las SbN sobre intervenciones de agua que aumentan la superficie del agua, asociadas a un área azul. este parámetro

INDICADORES ECONÓMICOS

Ahorros en el uso de energía debido a la mejora de las infraestructuras verdes

El sector de la energía es la mayor fuente individual de emisiones mundiales de gases de efecto invernadero y es responsable de más de una cuarta parte de todas las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE (Comisión Europea). La infraestructura verde puede desempeñar un papel en la reducción de los impactos negativos del sector energético al: (1) reducir el consumo de energía; (2) suministro de bioenergía; y (3) proporcionar absorción y almacenamiento de carbono.

El KPI presentado pretende cuantificar tanto el ahorro energético como la bioenergía generada por todos los SbN implantados en Valladolid. Este KPI se calculará convirtiendo en ahorro energético los beneficios ya considerados mediante otros KPI. Por tanto, en este KPI se considerarán todas las SbN que proporcionen un servicio ecosistémicos que tenga una relación directa con el ahorro energético o las propias que generen electricidad. (plantación árboles, árboles de sombra, renaturalización de árboles de estacionamiento, sumidero de carbono urbano, parque inundable...

6.6. PLANIFICACIÓN Y GOBERNANZA PARTICIPATIVA

INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Apertura de los procesos participativos

La "participación" se define como "un proceso a través del cual las partes interesadas influyen y comparten el control sobre las iniciativas de desarrollo y las decisiones y los recursos que las afectan [9]. La participación de las partes interesadas incluye a otras partes interesadas no mencionadas en las otras categorías, como la sociedad civil (individuos o sociedad organizada) y la comunidad científica (la academia). Este KPI se aplica a todas las intervenciones técnicas de Valladolid, en sus procesos de diseño, construcción y seguimiento, así como en el espacio de coproducción del conocimiento. El KPI se basa en las acciones de participación entregadas en la ciudad de Valladolid. Hay dos pasos definidos, recopilación de datos y evaluación de datos.

Percepciones de los ciudadanos sobre la naturaleza urbana

La percepción de los ciudadanos, tanto individuos como comunidades, es esencial para evaluar los beneficios para el bienestar de los espacios verdes urbanos [10]. Las percepciones del público y de las partes interesadas sobre la naturaleza urbana, y específicamente la calidad o funcionalidad de la naturaleza, son críticas para nuestra comprensión del "valor" que la gente le da a los entornos locales [11]. Este KPI mide las características de los espacios verdes identificados, nivel de satisfacción de los visitantes de los espacios verdes, calidad de vida (QoL) autoinformada y frecuencia de los datos geoetiquetados de fuentes colectivas de los visitantes de los espacios verdes en los sitios de SbN, como por ejemplo en los corredores verdes (carril bici verde, zonas de descanso, vías verdes ciclo-peatonales); Infraestructura verde vertical y horizontal; Acciones relacionadas con árboles; Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Naturales, Jardines de Lluvia; Pavimentos Verdes de Estacionamiento; Electro humedal. Intervenciones no técnicas: Fomento del razonamiento e inteligencia ecológicas. El indicador se calcula a partir de datos capturados por encuestas y por la aplicación móvil URBAN GreenUP (datos de ubicación).

6.7. JUSTICIA SOCIAL Y COHESIÓN SOCIAL

INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Reducción del crimen a través de informes policiales y datos de autoridades locales

Este indicador afecta a todas las SbN que puedan sufrir y/o prevenir actos de vandalismo y/o delitos. Por ejemplo, un buen diseño de un carril para bicicletas puede evitar colisiones entre automóviles y ciclistas y/o entre ciclistas y peatones; y se respeta más una fachada verde bien cuidada. Este KPI se puede evaluar a través de un software específico, como el software GIS y el software de hoja de cálculo. Los resultados se pueden mostrar en mapas y/o tablas.

Conciencia de inteligencia verde

Los cambios en el comportamiento y las actitudes humanas son fundamentales para lograr un mundo más sostenible, por lo que es muy interesante analizar el potencial de una actividad o intervención para aumentar la conciencia de inteligencia verde de una población. La conciencia de inteligencia verde está abierta a todos los grupos educativos y sociales, sin importar el nivel

de educación (postgrado, universidad, escuela, educación básica) y cuantifica el número de actividades, publicaciones o campañas centradas en la mejora de la conciencia de inteligencia verde por año, relacionadas con una SbN. Hay dos categorías diferentes: actividades educativas y actividades de comunicación.

INDICADORES PSICOLÓGICOS

Tasas de reducción de ruido aplicadas dentro de una zona de amortiguamiento vial definida dB (A) m2 unidad de vegetación

La contaminación acústica por tráfico, obras, etc. es un problema común en las ciudades. Las molestias del ruido son perjudiciales para la habitabilidad del vecindario, la comodidad de vida y los entornos de trabajo, y pueden aumentar el riesgo de problemas de salud graves, como pérdida de la audición y enfermedades cardiovasculares.

Por otro lado, la metodología propuesta para este KPI se basa y utiliza la metodología y herramientas propuestas por el Grupo de Trabajo de Evaluación de la Exposición al Ruido (WG-AEN) de la Comisión Europea.

La Directiva sobre Ruido Ambiental (END) exige que se apliquen dos indicadores principales en la evaluación y gestión del ruido ambiental. El primer indicador (Lden) es el nivel de ruido para los períodos diurno, vespertino y nocturno y está diseñado para medir la "molestia". El END define un umbral Lden de 55 dB. El segundo indicador (Lnight) es el nivel de ruido para los períodos nocturnos y está diseñado para evaluar la alteración del sueño. El END define un umbral Lnight de 50 dB. Los Estados miembros deben informar el número de personas que están expuestas a niveles de ruido por encima de ambos umbrales para cada fuente de ruido (por ejemplo, carreteras, vías férreas, aeropuertos, industria). Aquí se utilizarán las barreras acústicas verdes. Esta SbN está diseñada para reducir el ruido del tráfico que llega a las casas en la calle, también se utilizan otras SbN mencionadas anteriormente como las fachadas verdes, arbolado...)

El análisis en este indicador se centra en el ruido del tráfico rodado, ya que es una fuente constante y muy molesta para las personas midiendo los niveles de ruido en los puntos de muestreo en un rango de radios desde las ubicaciones de los árboles de la calle/muro verde de SbN tanto antes como después de la intervención (con o sin) para servir como entrada para simulaciones de modelos y para crear un mapa de ruido. Las mediciones antes y después de la intervención deben realizarse en fechas similares, mismo día de la semana y hora. Se evaluarán las simulaciones con y sin SbN para definir su impacto mediante un sonómetro portátil diseñado para medir sonidos.

INDICADORES DE SALUD

Aumento de peatones y ciclistas en y alrededor de las áreas de intervención

Este indicador evalúa cómo la intervención de SbN puede aumentar la atracción de los ciudadanos por caminar y andar en bicicleta dentro y alrededor de SbN. Las infraestructuras verdes urbanas son una parte clave del desarrollo sostenible de nuestras ciudades. Pueden proporcionar importantes servicios ecosistémicos en ellos, incluidos los servicios de

aprovisionamiento, regulación, apoyo y culturales. Tienen un impacto significativo en la salud humana [12].

Este indicador está relacionado con SbN que involucran infraestructuras verdes, ya sean horizontales o verticales, como corredor verde, sumidero de carbono urbano, etc.

A través de la aplicación para smartphone podemos promover la marcha a pie y en bicicleta en los sitios de intervención, y también medir su uso mediante el uso del GPS u otro tipo de validación (lectura de códigos QR), Suscripciones al sistema de préstamo de bicicletas de Valladolid (Vallabici), Cálculo del número de usuarios del carril bici, Encuesta de residentes, usuarios y empresas locales sobre su uso percibido y real de SbN para caminar, andar en bicicleta y otras actividades antes y después de la inversión.

6.8. SALUD PÚBLICA Y BIENESTAR

INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Número de subsidios o reducciones de impuestos solicitados para medidas SbN (privadas)

Este KPI, relacionado con las mediciones de aspectos económicos, evalúa cómo las intervenciones de SbN pueden influir en el sector privado. Cuando una externalidad positiva sobre el consumo está presente en un mercado, el gobierno puede aumentar el valor que el mercado crea para la sociedad proporcionando un subsidio equivalente al beneficio de la externalidad. (Dichos subsidios a veces se denominan subsidios pigouvianos o subsidios correctivos). Este subsidio mueve el mercado hacia el resultado socialmente óptimo porque hace que el beneficio que el mercado confiere a la sociedad sea explícito para los productores y consumidores, dando a los productores y consumidores el incentivo para factorizar el beneficio de la externalidad en sus decisiones. Este KPI está relacionado con SbN que involucra: intervenciones verdes verticales, intervenciones verdes horizontales, promoción de la agricultura urbana: huerto urbano; compostaje comunitario; Ganadería urbana artesanal, Actividades de patrocinio; Apoyo a proyecto ciudadano de SbN, Acciones no técnicas, Tratamiento natural de aguas residuales

6.9. POTENCIAL DE OPORTUNIDADES ECONÓMICAS Y EMPLEOS VERDES

Este KPI, relacionado con la medición de aspectos económicos, evalúa cómo las intervenciones de SbN pueden aumentar la atracción de negocios, o cómo aumentar el valor de los existentes. Este valor, evaluado a través de las medidas del número de puestos de trabajo creados y el porcentaje del valor agregado bruto, reflejará las oportunidades económicas y el potencial de las soluciones . SbN Este KPI está relacionado con SbN que involucra: intervenciones verdes verticales, intervenciones verdes horizontales, promoción de la agricultura urbana: huerto urbano; compostaje comunitario; Ganadería urbana artesanal, Actividades de patrocinio; Apoyo a proyecto ciudadano de SbN , Acciones no técnicas, Tratamiento natural de aguas residuales

Esencialmente un indicador de 'antes-después' que captura la parte del aumento del empleo que es (a) consecuencia directa de la implementación de SbN (los trabajadores empleados para implementar el proyecto SbN no deben contarse directamente). Los puestos deben cubrirse (los puestos vacantes no se cuentan) y aumentar el número total de puestos de trabajo en la empresa. Si el empleo total en la empresa no aumenta, el valor es cero; se considera una realineación, no un aumento. Los trabajos protegidos, etc. no están incluidos.

Datos oficiales de la ciudad, plataformas de la ciudad, cuestionarios, cuentas de pequeñas y medianas empresas... (Relacionados con la zona de inversión de SbN)

Nuevos negocios atraídos y tarifas comerciales adicionales

Este KPI, relacionado con las mediciones de aspectos económicos, evalúa cómo las intervenciones de SbN pueden aumentar la atracción de negocios, o cómo aumentar el valor de los existentes. Este valor, evaluado a través de las medidas del número de nuevos negocios creados y el porcentaje del valor agregado bruto, reflejará las oportunidades económicas y el potencial de las soluciones SbN. Este KPI está relacionado con SbN que involucra: intervenciones verdes verticales, intervenciones verdes horizontales, promoción de la agricultura urbana: huerto urbano; compostaje comunitario; Ganadería urbana artesanal.

7. CONCLUSIONES

La forma innovadora de abordar los desafíos que se han planteado en las áreas urbanas (Valladolid) como son: cambio climático, calidad del aire, calidad del agua y la degradación de los ecosistemas, desafíos sociales, económicos, etc.). La monitorización de las soluciones basadas en la naturaleza SbN, pueden contribuir a resolver estos desafíos.

Las soluciones basadas en la naturaleza aplicadas para cada indicador proporcionarán los datos para cuantificar la efectividad de las medidas propuestas. Un ejemplo de ello es la alta tasa de penetración y ubicuidad de los teléfonos inteligentes en la población, una aplicación para teléfonos inteligentes constituye un canal ideal para interactuar con los usuarios finales, ya que establece un canal de comunicación bidireccional y permanentemente disponible con ellos. Este documento resume la arquitectura de la aplicación móvil que se desarrollará como parte de las actividades de seguimiento del proyecto europeo URBAN GreenUP.

La arquitectura descrita sigue los principios de diseño de arquitectura limpia para mantener la separación de preocupaciones y mejorar la modularidad general de la aplicación, simplificando las pruebas y el mantenimiento de la aplicación a largo plazo.

Esta arquitectura cubre la funcionalidad central que es necesaria en el alcance del proyecto. Sin embargo, permanece abierto a modificaciones, ya que se requieren más iteraciones con el Ayuntamiento de Valladolid para integrar esta aplicación con la estrategia de desarrollo digital del municipio, y también para cerrar varios detalles (como las recompensas de la participación) que dependen de sus especificaciones y políticas.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Raymond, C. M., Breil, M., Nita, M. R., Kabisch, N., de Bel, M., Enzi, V., ... & Berry, P. (2017). An impact evaluation framework to support planning and evaluation of nature-based solutions projects. Report prepared by the EKLIPSE Expert Working Group on Nature-Based Solutions to Promote Climate Resilience in Urban Areas. Centre for Ecology and Hydrology.
- [2] Mishra, S. K., & Singh, V. (2003). Soil conservation service curve number (SCS-CN) methodology (Vol. 42). Springer Science & Business Media.
- [3] Rutter, A. J., Kershaw, K. A., Robins, P. C., & Morton, A. J. (1971). A predictive model of rainfall interception in forests, 1. Derivation of the model from observations in a plantation of Corsican pine. *Agricultural Meteorology*, 9, 367-384.
- [4] Tamosiunas, A., Grazuleviciene, R., Luksiene, D., Dedele, A., Reklaitiene, R., Baceviciene, M., ... & Nieuwenhuijsen, M. J. (2014). Accessibility and use of urban green spaces, and cardiovascular health: findings from a Kaunas cohort study. *Environmental health*, 13(1), 1-11.
- [5] Ekkel, E. D., & de Vries, S. (2017). Nearby green space and human health: Evaluating accessibility metrics. *Landscape and urban planning*, 157, 214-220.
- [6] Fan, P., Xu, L., Yue, W., & Chen, J. (2017). Accessibility of public urban green space in an urban periphery: The case of Shanghai. *Landscape and Urban Planning*, 165, 177-192.
- [7] World Health Organization. (2002). The world health report 2002: reducing risks, promoting healthy life. World Health Organization.
- [8] Eurostat, E. C. (2011). Population projections. *Population projections*.
- [9] World Bank. (1996). *Global economic prospects and the developing countries 1996*. The World Bank.
- [10] Kothencz, G., Kolcsár, R., Cabrera-Barona, P., & Szilassi, P. (2017). Urban green space perception and its contribution to well-being. *International journal of environmental research and public health*, 14(7), 766. Priego, C., Breuste, J. H., & Rojas, J. (2008). Perception and value of nature in urban landscapes: a comparative analysis of cities in Germany, Chile and Spain. *Landscape Online*, 7(1), 22.
- [11] Priego, C., Breuste, J. H., & Rojas, J. (2008). Perception and value of nature in urban landscapes: a comparative analysis of cities in Germany, Chile and Spain. *Landscape Online*, 7(1), 22.
- [12] Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and urban planning*, 97(3), 147-155.