



Convenio sobre la
Diversidad Biológica

ONU 
programa para el
medio ambiente



RESUMEN DE HERRAMIENTAS PARA LA PLANIFICACIÓN ESPACIAL PARTICIPATIVA

 **UNBiodiversity**
Lab



ANTECEDENTES

Planificación espacial y definición de prioridades

La **planificación espacial** es un proceso participativo para evaluar y designar la distribución espacial y temporal de las actividades humanas con el fin de alcanzar objetivos económicos, ecológicos y sociales. [La Meta 1 del Marco Mundial de Biodiversidad Kunming-Montreal \(MMB-KM\)](#) establece que todas las áreas estén «sujetas a una **planificación espacial participativa, integrada y que incluya la diversidad biológica**» para el 2030 (véase el glosario del Anexo 2). Entre los diversos enfoques de la planificación espacial, la **Planificación Sistemática de la Conservación (PSC)** proporciona un marco transparente y estructurado para identificar, asignar y supervisar las acciones en el espacio y el tiempo para la conservación, la gestión y/o la restauración (Margules y Pressey, 2000). Un componente central de la PSC es la **priorización espacial**, el proceso de asignar espacialmente las acciones de gestión para alcanzar los objetivos socioeconómicos y ecológicos deseados (Tallis et al., 2021). La priorización espacial utiliza **algoritmos de optimización** matemática (por ejemplo, Ball et al., 2009; Moilanen et al., 2022; Hanson et al., 2024) para asignar las acciones de gestión en tierra y/o mar de una manera costo-efectiva siguiendo un conjunto de principios básicos (Kukkala y Moilanen, 2013).

Herramientas de priorización espacial

Existe una amplia gama de herramientas de softwares disponibles para la etapa de priorización espacial dentro de la PSC (a menudo denominadas herramientas de optimización), entre las que destacan Marxan (Ball et al., 2009), prioritizr (Hanson et al., 2024) y Zonation (Moilanen et al., 2022; para obtener una descripción detallada de las herramientas de optimización, véase Giakoumi et al., 2025). Estas herramientas varían en los algoritmos que utilizan, lo que afecta a sus resultados (soluciones óptimas o heurísticas), así como en su velocidad, flexibilidad y capacidad de personalización. Cada herramienta tiene sus propias fortalezas y limitaciones, pero todas comparten un enfoque fundamental: proporcionar un método sistemático, científico y transparente para asignar espacialmente acciones de gestión basadas en objetivos definidos siguiendo principios claros. Este enfoque es significativamente más avanzado que las simples técnicas de cartografía basadas en superposiciones u otros métodos de planificación espacial menos sistemáticos y, por lo tanto,

puede ofrecer algunas de las mejores opciones para los responsables políticos y los expertos técnicos que trabajan en el desarrollo y la aplicación de enfoques nacionales para la Meta 1 del Marco Mundial de Biodiversidad. Sin embargo, la elección de la herramienta más adecuada depende en última instancia de la capacidad del planificador y de la naturaleza específica del problema que se aborda.

Herramientas para la planificación espacial participativa

Si bien la priorización espacial puede ayudar a asignar sistemáticamente el espacio para diferentes acciones de gestión de manera rentable, existen algunas barreras iniciales que los planificadores y las partes interesadas deben superar para iniciar una priorización espacial. Entre ellas se incluyen los conocimientos técnicos necesarios para utilizar el software de priorización y la necesidad de comunicar claramente el proceso de planificación para fomentar la comprensión y la participación de las partes interesadas, ambos aspectos esenciales para la planificación espacial participativa. Un proceso de planificación transparente puede facilitar debates informados, ayudar a definir los objetivos y las prioridades con mayor claridad, evitando malentendidos, y diseñar planes espaciales viables. Para hacer frente a estos retos, se ha desarrollado una serie de herramientas para democratizar la priorización espacial. Estas herramientas sirven como interfaces fáciles de usar en torno al software de priorización o son herramientas independientes con software personalizado, lo que permite a los planificadores y a las partes interesadas explorar planes espaciales basados en sus propias prioridades y tomar decisiones participativas y bien informadas.

En este informe se presenta un subconjunto de herramientas de priorización espacial participativa que se basan principalmente en el software de priorización existente y proporcionan interfaces fáciles de usar para facilitar su utilización por parte de expertos no técnicos. Las herramientas aquí incluidas se han recopilado con el objetivo de ayudar a los responsables políticos nacionales y a los expertos técnicos a comprender y acceder a las herramientas que satisfagan sus necesidades nacionales y a trabajar en torno a la Meta 1 del Marco Mundial de Biodiversidad.

1. **Herramienta de Planificación Espacial Integrada ELSA (Áreas Esenciales para el Soporte de la Vida)**
2. **Plataforma de Planificación Marxan (MaPP)**
3. **WePlan-Forests**

Determinar la mejor herramienta para su país

Adoptar un enfoque sistemático, independientemente de la herramienta participativa de priorización espacial que se utilice, ya es un paso importante hacia una planificación espacial integrada transparente, eficiente y reproducible.

Sin embargo, a veces esto significa elegir entre varias herramientas para identificar la más adecuada para el proyecto en cuestión. Hay varias consideraciones que pueden ayudar a orientar esa elección.

- **Caso de uso.** Los proyectos que se centran principalmente en la restauración de bosques tropicales pueden encontrar más relevante **WePlan-Forests**, especialmente cuando los servicios ecosistémicos específicos de los bosques son fundamentales para el análisis. No obstante, **ELSA** y **MaPP** también pueden aplicarse para optimizar los resultados forestales, cada una de ellas de forma ligeramente diferente. **MaPP** es actualmente la única herramienta de nuestra lista para la priorización espacial en entornos marinos. **ELSA** es actualmente la única herramienta de nuestra lista que admite la planificación espacial para diferentes zonas de gestión. La escala espacial del proyecto también es importante: mientras que **MaPP** admite análisis en cualquier extensión espacial, **ELSA** y **WePlan-Forests** están diseñadas principalmente para proyectos nacionales, con aplicaciones regionales disponibles bajo petición.

- **Disponibilidad de datos.** Cuando solo se dispone de datos limitados, una herramienta con una base sólida de conjuntos de datos precompilados, como **ELSA** o **WePlan-Forests**, puede ser la opción más práctica. Cuando se dispone de datos regionales a pequeña escala o de alta resolución, o cuando la disponibilidad de datos es generalmente buena, se podría considerar una herramienta que ofrezca mayor flexibilidad para incorporar diversos conjuntos de datos, como **MaPP** o **ELSA**. Los usuarios de **MaPP** pueden procesar y añadir datos directamente a la escala pertinente a la herramienta, mientras que **ELSA** ofrece esto como un servicio con un costo.
- **Capacidad.** Algunas herramientas hacen hincapié en un enfoque participativo que guía a los usuarios a través de aspectos clave del proceso de planificación (por ejemplo, **ELSA** y **WePlan-Forests**). Otras, como **MaPP**, ofrecen más libertad para definir todo el problema desde cero. Si bien esta flexibilidad es muy útil, también requiere una mayor experiencia técnica y capacidad para procesar e interpretar los resultados. Para algunos proyectos, un proceso guiado como el de **ELSA** puede ser más adecuado.
- **Participación de las partes interesadas.** **ELSA** y **WePlan-Forests** se han diseñado teniendo en cuenta los procesos participativos, lo que ayuda a estructurar el diálogo con los responsables de la toma de decisiones y las comunidades. **MaPP** también se puede utilizar en entornos participativos, pero su mayor flexibilidad suele requerir una mayor facilitación técnica para involucrar a las partes interesadas de manera eficaz.
- **Resultados de apoyo a la toma de decisiones.** **ELSA** proporciona resultados estandarizados, como escenarios de planificación, indicadores y medidas de rendimiento de priorización, que se adaptan bien a los procesos políticos. **WePlan-Forests** produce mapas y análisis de priorización específicos para los bosques que pueden vincularse directamente a los beneficios de los servicios ecosistémicos. **MaPP** es altamente personalizable y produce resultados que pueden adaptarse a públicos técnicos o científicos, pero que pueden requerir un esfuerzo adicional para comunicarlos a los responsables políticos.

La tabla 1 ofrece una comparación de alto nivel de estas tres herramientas para ayudar a los responsables políticos a identificar la herramienta adecuada en función de las necesidades y el contexto nacional. El resto de este informe explora cada herramienta con más detalle.

Tabla 1.
Comparación de alto nivel de las herramientas para la planificación espacial participativa.

	ELSA	MaPP	WePlan-Forests
Resumen	Una herramienta a escala nacional para identificar áreas prioritarias para la conservación, la restauración y la gestión sostenible.	Una versión web de Marxan para la planificación de la conservación basada en escenarios.	Una herramienta de planificación de la restauración forestal que equilibra los objetivos de biodiversidad, clima y costes.
Coste	Gratuita	Gratuita	Gratuita
Acceso Abierto	Sí	Sí	Sí
Perfil del usuario	Responsables políticos nacionales, oficinas nacionales del PNUD, ONG	Responsables políticos nacionales, planificadores espaciales, personal técnico, ONG	Responsables políticos nacionales, agencias forestales, ONG

	ELSA	MaPP	WePlan-Forests
Conocimientos técnicos necesarios	Sin conocimientos de SIG; conocimientos básicos de Planificación Sistemática de la Conservación y priorización espacial	Conocimientos básicos a medios de SIG; teoría básica de la ciencia de la priorización espacial	Sin conocimientos de SIG; conocimientos medios de Planificación Sistemática de la Conservación y priorización espacial
Datos de entrada	Capas globales incluidas y disponibles; datos nacionales añadidos en el diseño conjunto	Algunas capas de datos globales incluidas; el usuario carga todos los demás datos necesarios	Capas globales incluidas
Formulación del problema	Cierta flexibilidad en la formulación del problema (por ejemplo, ponderaciones, restricciones, zonas)	Gran flexibilidad en la formulación del problema (por ejemplo, metas, parámetros, restricciones)	Formulación integrada del problema de optimización multiobjetivo (solo los objetivos son flexibles)
Ámbito	Terrestre	Terrestre, agua dulce, marino	Terrestre (bosques tropicales)
Disponibilidad	Todos los países	Todos los países	37 países
Escala de análisis	Nacional (o escalas personalizadas bajo petición)	Escala personalizada (dependiente de la carga de datos del usuario)	Nacional



1. HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN ESPACIAL INTEGRADA ELSA

Principal caso de uso: Conservación, restauración, gestión sostenible, reverdecimiento urbano

Área de uso principal (terrestre, agua dulce, marina): Terrestre

RESUMEN PARA RESPONSABLES POLÍTICOS:

La herramienta de planificación espacial integrada ELSA del [UN Biodiversity Lab \(UNBL\)](#) es una aplicación personalizada del [marco Áreas Esenciales para el Soporte de la Vida \(ELSA\)](#), un enfoque participativo de la planificación espacial integrada que permite a los países cumplir sus compromisos en materia de biodiversidad, clima y desarrollo sostenible. La herramienta de planificación espacial integrada ELSA está diseñada específicamente para apoyar la acción nacional en torno a las metas e indicadores del Marco Mundial de Biodiversidad. Esta herramienta gratuita, de código abierto y alojada en la nube proporciona a las partes interesadas de todos los países una metodología basada en la ciencia para identificar las áreas prioritarias nacionales en las que la protección, la restauración, gestión y reverdecimiento urbano pueden conducir a los mejores resultados en todos las metas e [indicadores](#) del Marco Mundial de Biodiversidad. Se han utilizado versiones adaptadas del proceso ELSA en un enfoque participativo de planificación espacial para ayudar a 13 países a desarrollar un mapa ELSA basado en las prioridades y aportaciones nacionales, lo que ha llevado a que ELSA informe diversas políticas en los 13 países, que van desde garantizar la seguridad hídrica, desarrollar estrategias de mitigación del cambio climático hasta definir redes nacionales de áreas protegidas.

Aprovechando los conjuntos de datos mundiales y la modelización avanzada de escenarios, la Herramienta de Planificación Espacial Integrada ELSA permite a los usuarios evaluar las prioridades nacionales y tomar decisiones informadas que equilibran las necesidades de la naturaleza, el clima y el desarrollo en un proceso colaborativo. La herramienta utiliza un enfoque transparente para equilibrar los usos competitivos del suelo. Los usuarios pueden ajustar las prioridades, establecer restricciones y revisar sus planes para garantizar que las áreas críticas estén adecuadamente protegidas o restauradas, al tiempo que se abordan las necesidades económicas y sociales. El mapa de priorización espacial resultante puede apoyar directamente la implementación de las Metas 1, 2 y 3 del Marco Mundial de Biodiversidad, con beneficios colaterales para

las Metas 4-12, así como la [Decisión 16/12 del CDB](#), que reconoce la necesidad de avanzar en la planificación espacial inclusiva de la biodiversidad. Este proceso interactivo y flexible garantiza que la toma de decisiones se base en pruebas y sea adaptable, lo que favorece mejores resultados para las personas y el planeta.

La Herramienta de Planificación Espacial Integrada ELSA está disponible gratuitamente para todos los países que la soliciten en el UNBL. Para utilizar la Herramienta de Planificación Espacial Integrada ELSA en su país, solo tiene que [solicitar un espacio de trabajo en el UNBL](#) mediante nuestro formulario e indicar que desea acceder a la herramienta ELSA. Se ofrece una mayor personalización nacional, incluyendo contextos específicos de planificación de la biodiversidad, como los objetivos nacionales de biodiversidad y el uso de datos nacionales, sobre la base de la recuperación de costes.

BREVE RESUMEN TÉCNICO

La Herramienta de Planificación Espacial Integrada ELSA es una aplicación web personalizada del [marco Áreas Esenciales para el Soporte de la Vida \(ELSA\)](#), un marco operativo para la planificación espacial integrada a nivel nacional. Esta herramienta gratuita, de código abierto y alojada en la nube proporciona un enfoque sistemático para identificar las áreas prioritarias para la conservación, la restauración, la gestión sostenible y el reverdecimiento urbano que se ajusta a los objetivos e indicadores del Marco Mundial de Biodiversidad. Mediante la aplicación de principios de Planificación Sistemática de la Conservación y el aprovechamiento de conjuntos de datos globales, la herramienta permite realizar análisis de escenarios en tiempo real utilizando el paquete R prioritiz, lo que permite a las diversas partes interesadas evaluar de forma colaborativa las prioridades nacionales para el Marco Mundial de Biodiversidad, explorar compensaciones y sinergias, y desarrollar planes espaciales viables para apoyar la implementación nacional de las Metas 1, 2 y 3.

La formulación del problema incluye características de planificación que mapean elementos de las Metas 1-12 del Marco Mundial de Biodiversidad, así como zonas diseñadas explícitamente en función de las Metas 1, 2, 3, 10 y 12. Los datos de entrada se basan principalmente en los datos globales a los que se hace referencia en los metadatos del marco de seguimiento del Marco Mundial de Biodiversidad, y solo se utilizan conjuntos de datos alternativos cuando los conjuntos de datos del marco de seguimiento no son aplicables a la planificación espacial o no están disponibles públicamente (véase el anexo 1). La planificación de la conservación se realiza utilizando un objetivo de utilidad máxima, que incluye el mayor número posible de características sin exceder el presupuesto de las zonas de planificación. Los usuarios pueden ajustar las ponderaciones y las restricciones, volver a ejecutar los análisis y explorar las compensaciones entre objetivos contrapuestos. Por ejemplo, se puede revisar la puntuación de representación de cada característica de planificación y se pueden ajustar las ponderaciones para dar prioridad a las características poco representadas o críticas. Este proceso iterativo fomenta una toma de decisiones transparente y fundamentada, lo que permite a los gobiernos y a las partes interesadas equilibrar de forma eficaz los usos competitivos del suelo.

FUENTES DE DESARROLLO DE CAPACIDADES

- [LfN - Planificación espacial integrada](#)

EJEMPLOS DE CASOS PRÁCTICOS

- [Breves resúmenes de los resultados de ELSA para una serie de países](#)

ENLACES IMPORTANTES

- [Cuaderno de trabajo sobre planificación espacial integrada](#)
- [Guía del usuario de ELSA](#)
- [Preimpresión: Marco operativo para cartografiar las Áreas Esenciales para el Soporte de la Vida \(ELSA\) para la biodiversidad, el clima y el desarrollo sostenible](#)



2. PLATAFORMA DE PLANIFICACIÓN MARXAN (MAPP)

Principal caso de uso: Conservación, restauración y una amplia gama de usos humanos

Principal área de uso (terrestre, agua dulce, marina): Terrestre, agua dulce y marina

RESUMEN PARA RESPONSABLES POLÍTICOS

La [plataforma de Planificación Marxan \(MaPP\)](#) es una herramienta gratuita y de código abierto que ayuda a los planificadores espaciales a asignar de forma eficaz las medidas de gestión para la conservación y el desarrollo sostenible. Aprovechando la computación en la nube y la tecnología de vanguardia, agiliza el proceso de diseño, análisis y aplicación de planes de conservación que se ajustan a las prioridades nacionales y mundiales.

MaPP proporciona a los planificadores las herramientas necesarias para crear estrategias específicas que equilibren la protección del medio ambiente con las consideraciones económicas. Permite a los usuarios diseñar nuevos planes, integrar los esfuerzos de planificación existentes y colaborar de forma segura con las partes interesadas. Todo esto dentro de una plataforma en línea que garantiza una gestión eficiente de los datos y la privacidad. La capacidad de la plataforma para probar escenarios, identificar vacíos y generar visualizaciones claras garantiza que los planes sean transparentes, se basen en pruebas y estén respaldados. MaPP tiene muchas funcionalidades del paquete de software Marxan, la herramienta de planificación de la conservación más utilizada para la planificación de la conservación en el mundo real en entornos terrestres, marinos y de agua dulce.

MaPP apoya especialmente las Metas 1, 2, 3, 8 y 11, ya que permite una optimización espacialmente explícita para la expansión de las áreas protegidas, la restauración de los ecosistemas, la resiliencia climática y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos en la tierra, el agua y el mar. También apoya la Meta 21 al mejorar el acceso y la facilidad de uso de diversos datos ambientales y espaciales. El proceso transparente y basado en escenarios de la plataforma contribuye a las Metas 14 y 23 sobre gobernanza equitativa y toma de decisiones participativa. MaPP apoya la planificación espacial inclusiva de la biodiversidad promovida en

la [Decisión 16/12 del CDB](#) y contribuye a la planificación espacial marina y a los enfoques basados en los ecosistemas, en consonancia con la [Decisión 16/17 del CDB](#).

BREVE RESUMEN TÉCNICO

La Plataforma de Planificación Marxan (MaPP) es una plataforma alojada en la nube, gratuita y de código abierto, diseñada para optimizar la planificación de la conservación mediante el aprovechamiento del paquete de software Marxan (véase el anexo 1). La plataforma mejora la eficiencia de Marxan mediante la computación en la nube, el procesamiento automatizado de datos espaciales y flujos de trabajo personalizados, lo que permite una planificación más rápida y eficaz. Permite a los usuarios diseñar y evaluar nuevos planes de conservación, integrar proyectos Marxan existentes y colaborar con equipos y partes interesadas. La plataforma también ofrece almacenamiento en la nube, lo que permite a los usuarios cargar y gestionar conjuntos de datos de forma segura, garantizando el acceso privado para los equipos y permitiendo el uso de conjuntos de datos alojados.

La planificación de la conservación se realiza utilizando la función objetivo de conjunto mínimo que sigue los principios básicos de la planificación de la conservación, garantizando que se cumplan los objetivos establecidos para todas las características y minimizando al mismo tiempo los costes, creando así planes que representan adecuadamente las características de una región de planificación de manera eficiente. Los usuarios pueden crear y explorar múltiples escenarios que incluyen características seleccionadas con objetivos flexibles y otros parámetros de planificación de la conservación, realizar análisis de deficiencias, comparar soluciones y generar resúmenes, mapas y figuras completas del proyecto.

FUENTES DE DESARROLLO DE CAPACIDADES

- [Marxan Learn para recursos de formación](#)
- [Tutorial de MaPP Ruanda](#)
- [Ejemplos de estudios y guías](#) disponibles en Mapp (se requiere una cuenta)

EJEMPLOS DE CASOS PRÁCTICOS

- **Marino:** [Planificación transfronteriza en el Pacífico \(Baja California\)](#); [Establecimiento y ampliación de áreas marinas protegidas eficaces en el Triángulo de Coral](#)
- **Agua dulce:** [Planificación del uso del suelo para la cuenca del río Daly \(Australia\)](#); [Planificación de la conservación de la cuenca del río Tajo \(Portugal\)](#)
- **Terrestre:** [Planificación de la red de áreas protegidas representativas de Mongolia](#); [Equilibrio de compensaciones en Kalimantan Central \(Borneo indonesio\)](#)

ENLACES IMPORTANTES

- [Marxan MaPP](#)
- [Breve descripción de Marxan MaPP](#)
- [Repositorio GitHub de Marxan](#)



3. WEPLAN-FORESTS

Principal caso de uso: Restauración de ecosistemas forestales tropicales y subtropicales

Principal área de uso (terrestre, agua dulce, marina): Terrestre (bosques)

RESUMEN PARA RESPONSABLES POLÍTICOS

WePlan-Forests es una herramienta de acceso abierto diseñada para apoyar los esfuerzos nacionales de restauración forestal y paisajística en países tropicales y subtropicales. Ayuda a los responsables de la toma de decisiones a identificar los lugares más eficaces para restaurar los bosques y, de ese modo, obtener los mayores beneficios para el clima y la biodiversidad, al tiempo que se tiene en cuenta el coste de la restauración. Utilizando datos medioambientales y económicos, WePlan-Forests permite comparar rápidamente diferentes opciones de restauración. La plataforma ayuda a los responsables de la toma de decisiones a encontrar las soluciones que mejor se adapten a las prioridades y los recursos disponibles de su país.

La herramienta es especialmente valiosa porque toma ciencia compleja y la convierte en información clara y fácil de entender. Los responsables políticos y las partes interesadas pueden explorar escenarios en línea, ajustar los objetivos y crear planes personalizados y basados en evidencia sin necesidad de formación especializada en modelización espacial o programación. Creada para apoyar la implementación del Marco Mundial de Biodiversidad, la herramienta puede ayudar a convertir las metas globales y nacionales en estrategias de restauración prácticas y específicas para cada país. Esto incluye metas relacionadas con la restauración (Meta 2), la conservación de especies (Meta 4) y la mitigación del cambio climático (Meta 8). También contribuye a los objetivos de la Década de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas, al traducir los compromisos de alto nivel en prioridades nacionales viables, y a la [Decisión 16/12 del CDB](#), que promueve la planificación espacial inclusiva de la biodiversidad.

WePlan-Forests apoya las Metas 1, 2, 3, 10 y 11 del Marco Mundial de Biodiversidad al permitir la asignación espacial de acciones para la restauración forestal, la gestión sostenible y la mejora de los servicios ecosistémicos dentro de los paisajes. Integra múltiples valores ecológicos y económicos en una plataforma accesible para apoyar la planificación participativa, contribuyendo a las Metas 14 y 23 sobre gobernanza inclusiva y toma de decisiones equitativa.

BREVE RESUMEN TÉCNICO

WePlan-Forests es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones de acceso libre para la planificación de la restauración de bosques y paisajes a escala nacional en países tropicales y subtropicales. A través de una interfaz web fácil de usar, permite a los responsables de la toma de decisiones evaluar y equilibrar múltiples objetivos dentro de un marco de optimización espacial diseñado para identificar oportunidades de restauración rentables (véase el anexo 1). La herramienta utiliza un enfoque de optimización espacial multiobjetivo para identificar las zonas en las que la restauración reportaría el mayor beneficio por unidad de coste. Los beneficios de la restauración se cuantifican utilizando dos métricas: el potencial de secuestro de carbono para la mitigación del cambio climático y la reducción media del riesgo de extinción nacional de las especies asociadas a los bosques como indicador de la conservación de la biodiversidad. Los costes de restauración tienen en cuenta tanto los costes de oportunidad del uso del suelo como los costes de implementación, como los asociados a la regeneración natural o la restauración activa.

WePlan-Forests automatiza estos complejos análisis, lo que hace que la planificación espacial avanzada sea rápida y accesible para los usuarios sin conocimientos técnicos de SIG o programación. La plataforma ofrece escenarios de planificación en cinco objetivos de restauración basados en el área, utilizando tres enfoques de optimización: maximizar la rentabilidad, maximizar el beneficio total o minimizar el coste. Los usuarios pueden explorar diferentes escenarios basados en los diversos objetivos y metas espaciales de 37 países, y comparar sus ventajas e inconvenientes en términos de generación de servicios ecosistémicos, asignación espacial y posibles costes de establecimiento y oportunidad asociados.

FUENTES DE DESARROLLO DE CAPACIDADES

- [Seminario web de WePlan-Forests](#)
- [WePlan-Forests 2.0 \(vídeo\)](#)

EJEMPLOS DE ESTUDIOS DE CASOS

- [Estudio de caso de Colombia](#)
- [Estudio de caso de México \(vídeo\)](#)

ENLACES IMPORTANTES

- [WePlan-Forests](#)

ANEXO 1

Tabla 2.
Comparación técnica de las herramientas para la planificación espacial participativa.

	ELSA	MaPP	WePlan–Forests
Herramienta de optimización subyacente	prioritizr	Marxan	Herramienta a medida
Algoritmo subyacente	Programación lineal entera (óptima)	Recocido simulado (heurístico)	Programación lineal (óptima)
Objetivo	Máxima utilidad (implementado en prioritizr)	Conjunto mínimo	Rentabilidad (maximizar los beneficios teniendo en cuenta los costes; multiobjetivo)
Lenguaje de programación	R, R Shiny	C++	N/A
Tipos de datos de entrada utilizados	Raster (terra)	Vector (archivos DAT)	N/A
Datos de entrada disponibles	Sí, amplios conjuntos de datos en el UNBL	Algunos conjuntos de datos disponibles (extensión espacial limitada)	Sí (para 37 países)
Posibilidad de cargar datos de entrada	No	Sí	No
Resultados generados	Mapas espaciales (rásteres categóricos), tablas de representación de características	Mapas espaciales (categóricos), tablas de representación	Mapas espaciales, tablas con costes y servicios ecosistémicos en la solución
Tipos de datos de salida generados	Raster	CSV	Raster
Zonificación	Sí	No (solo compatible con Marxan con zonas)	No
Autónomo o parte de un paquete	Combinado con el paquete elsaR	Parte del paquete de software Marxan	Herramienta autónoma
Interfaz de usuario o ejecución local	Interfaz de usuario (R Shiny), también implementada en UNBL (no R Shiny)	Interfaz de usuario (Microsoft)	Interfaz de usuario

	ELSA	MaPP	WePlan–Forests
Fácilmente adaptable	Sí, código R adaptable	No (herramienta); sí (análisis mediante código disponible)	No (código no es de código abierto)
Ya integrado con otras herramientas	Integrado en UNBL	No	No

ANEXO 2: GLOSARIO

Este glosario es una adaptación de Neubert et al. (2025).

PLANIFICACIÓN ESPACIAL

Planificación espacial integrada: La planificación espacial participativa, integrada e inclusiva de la biodiversidad se basa en la planificación espacial tradicional, haciendo hincapié en la colaboración en la toma de decisiones y situando la biodiversidad en el centro del proceso de planificación. Guía la distribución espacial de las actividades y acciones humanas en los sistemas terrestres, de agua dulce y marinos para alcanzar simultáneamente objetivos sociales, económicos y ecológicos, al tiempo que integra explícitamente consideraciones relacionadas con la biodiversidad.

Optimización (espacial) multiobjetivo: tipo de problema de planificación que incorpora varias funciones objetivo dentro de un único modelo.

Planificación sistemática de la conservación: Enfoque estructurado para seleccionar, asignar y evaluar áreas para la conservación, restauración o uso sostenible de la biodiversidad a través de una serie de pasos. Se guía por principios como la complementariedad, la insostituibilidad, la representatividad, la adecuación, la conectividad y la eficiencia, y con frecuencia emplea herramientas de apoyo a la toma de decisiones para equilibrar la conservación de la biodiversidad con factores sociales y económicos. La priorización espacial es uno de los pasos de este proceso.

Planificación espacial (marina o del uso del suelo): «Proceso público de análisis y asignación de la distribución espacial y temporal de las actividades humanas [...] para alcanzar objetivos ecológicos, económicos y sociales que suelen especificarse mediante un proceso político» (Ehler y Douvere, 2009). Puede incluir objetivos relacionados con la naturaleza, pero no es obligatorio.

Priorización espacial: Un subconjunto de procesos de planificación más amplios (por ejemplo, la Planificación Sistemática de la Conservación) centrados en la asignación de acciones en el espacio y el tiempo, utilizando métodos de optimización u otros.

Optimización espacial: El uso de algoritmos matemáticos (exactos o heurísticos) para determinar la mejor asignación espacial de recursos o acciones basándose en criterios específicos.

Análisis de compensaciones: Método para evaluar objetivos contradictorios en la planificación espacial, como la conservación frente al desarrollo económico, o las disparidades en la forma en que las diferentes partes interesadas experimentan los costes y los beneficios.

Zonificación: Proceso de creación de un plan espacial que incluye zonas de gestión. Estas zonas pueden apoyar acciones individuales (por ejemplo, pesca, energía eólica marina, conservación) o múltiples acciones (por ejemplo, zonas de uso sostenible), y pueden tener uno o varios objetivos.

PRIORIZACIÓN ESPACIAL

Datos espaciales: Información geográfica que describe el paisaje, incluyendo la ubicación de áreas ricas en biodiversidad, los costes del suelo o las actividades humanas, que puede utilizarse como insumo en la optimización espacial.

Características: Elementos espaciales de interés en un área de planificación (por ejemplo, hábitats importantes, sitios energéticos) que el plan está diseñado para representar o proteger. Las «características» también pueden referirse a conjuntos de datos espaciales que sirven como indicadores de objetivos políticos específicos, por ejemplo, los datos sobre la riqueza de especies como indicador de la protección de la biodiversidad, o la densidad de carbono sobre el suelo como indicador de la mitigación del cambio climático.

Métricas de rendimiento: Medidas cuantitativas utilizadas para evaluar en qué medida el plan cumple sus objetivos, a menudo con metas como el porcentaje de hábitat cubierto.

Metas: Indicadores cuantitativos predefinidos para las características, como la protección de una cantidad o porcentaje mínimo de un hábitat concreto.

Costes: Valores económicos o sociales vinculados a áreas específicas, como el coste de adquisición o el coste de oportunidad debido a un uso restringido, que se utilizan para orientar la asignación eficiente de los recursos.

Función objetivo: La expresión matemática que la optimización intenta minimizar o maximizar, como minimizar el coste total mientras se alcanzan los objetivos, o maximizar el beneficio total.

Restricciones: Condiciones o reglas aplicadas para garantizar que la solución sea realista, como las limitaciones presupuestarias o la inclusión de áreas concretas.

Formulación del problema: El paso de traducir los objetivos de planificación, las características, los datos de costes y las restricciones en un problema matemático que pueda resolverse.

Zonas: Diferentes designaciones de uso del suelo o gestión asignadas a las unidades de planificación, lo que permite asignaciones espaciales más complejas que la simple inclusión/exclusión.

Unidades de planificación: Unidades espaciales individuales (por ejemplo, celdas de cuadrícula, parcelas) que se tienen en cuenta en el proceso de optimización.

Peso: Valor numérico asignado a una característica para reflejar su importancia relativa en el problema de planificación, lo que influye en la priorización y las compensaciones.

OTROS TÉRMINOS TÉCNICOS

Herramienta de optimización: El software o paquete central utilizado para resolver el problema de priorización espacial (por ejemplo, Marxan, prioritizr).

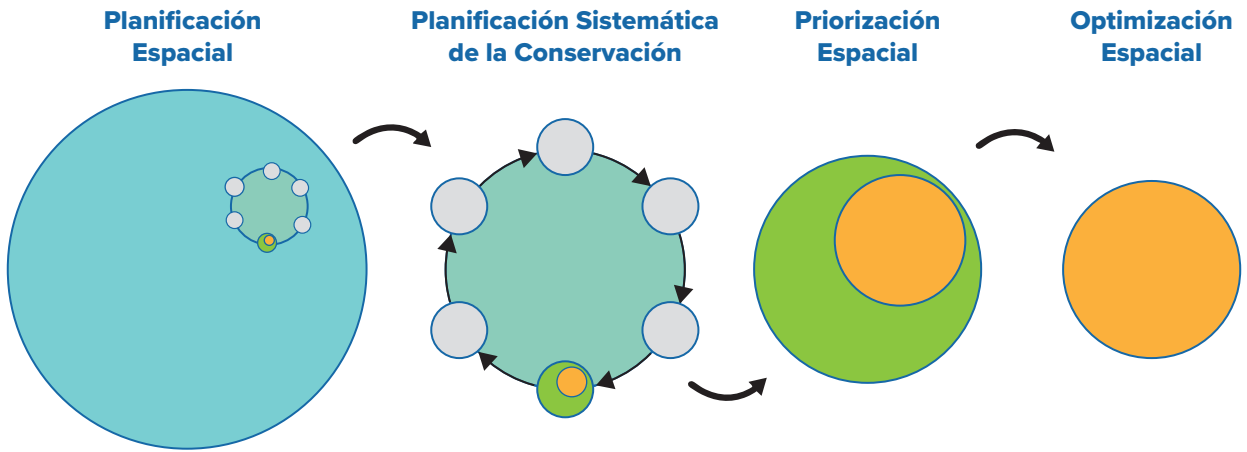
Algoritmo de optimización: método matemático utilizado para encontrar soluciones, como el recocido simulado (heurístico/no óptimo) o la programación lineal entera (óptima).

Tipos de datos de entrada: formatos de datos geográficos que acepta la herramienta, como datos ráster (mapas basados en cuadrículas que muestran valores por celda) o datos vectoriales (puntos, líneas, polígonos que representan características del mundo real).

Interfaz de usuario (UI): Cómo interactúan los usuarios con la herramienta: a través de una aplicación web, un software de escritorio o un entorno de programación.

Figura 1.

Esquema adaptado de la relación entre la planificación espacial, la Planificación Sistemática de la Conservación, la priorización espacial y la optimización espacial de Neubert et al. (2025).



ANEXO 3: REFERENCIAS

Ball, I.R. et al. (2009) Marxan and Relatives: Software for Spatial Conservation Prioritization. En Spatial Conservation Prioritization: Quantitative Methods and Computational Tools (Moilanen, A. et al., eds), pp. 185–195, Oxford University Press. Oxford

Ehler C. y Douvere F. (2009) Planificación espacial marina: un enfoque paso a paso hacia la gestión basada en los ecosistemas. Comisión Oceanográfica Intergubernamental y Programa sobre el Hombre y la Biosfera, Manual y Guías de la COI n.º 53, Dossier ICAM n.º 6. París: UNESCO. <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-43>

Giakoumi, S. et al. (2025) Avances en la planificación sistemática de la conservación para alcanzar los objetivos mundiales de biodiversidad. Trends Ecol. Evol. 40, 395-410

Hanson, J.O. et al. (2024) Priorización sistemática de la conservación con el paquete R prioritizr. Conserv. Biol. 39, e14376

Kukkala, A.S. y Moilanen, A. (2013) Conceptos básicos de la priorización espacial en la planificación sistemática de la conservación. Biol. Rev. 88, 443–464

Margules, C.R. y Pressey, R.L. (2000) Planificación sistemática de la conservación. Nature 405, 243–253

Moilanen, A. et al. (2022) Métodos novedosos para la priorización espacial con aplicaciones en la conservación, la planificación del uso del suelo y la prevención del impacto ecológico. Methods Ecol. Evol. 13, 1062–1072

Neubert, S. et al. (2025). Planificación espacial de usos múltiples para el desarrollo sostenible y la conservación. Trends in Ecology & Evolution. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2025.09.007>

Tallis, H. et al. (2021) Priorización de acciones: mapas de acción espacial para la conservación. Ann. N. Y. Acad. Sci. 1505, 118-141

