

# Integración de la conservación de la biodiversidad en los planes maestros municipales y comarcales del espacio territorial: enfoque técnico y exploración práctica

GAN Jing, WANG Mo, LIU Xiao, GUO Guangpu, LIU Xiangxu, ZHOU Yanni

**Resumen.** Integrar la conservación de la biodiversidad en la planificación del espacio territorial constituye tanto una exigencia estratégica de la agenda mundial de conservación como un componente intrínseco de la construcción de la civilización ecológica en China. Los planes maestros municipales y comarcales del espacio territorial son el nivel clave en el que la conservación de la biodiversidad se traduce en gobernanza espacial. Este artículo analiza las necesidades de conservación de la biodiversidad en dicho nivel, formula un marco de trabajo para introducir y reforzar la conservación a lo largo del proceso de planificación, y propone una ruta técnica de «construir una red espacial de conservación para todo el territorio—definir una gobernanza espacial jerárquica orientada a la conservación—proponer medidas de restauración para hábitats importantes». Tomando el condado de Yunlong, en la provincia de Yunnan, como caso práctico, se exploran escenarios específicos de aplicación. El estudio concluye que esta ruta técnica debe perfeccionarse mediante evidencia empírica acumulada en múltiples regiones; en el futuro se requiere fortalecer el monitoreo de la biodiversidad y la construcción de bases de datos espaciales, unificar los estándares técnicos de planificación y promover la gestión coordinada entre regiones ecológicas.

Palabras clave: conservación de la biodiversidad; planes maestros municipales y comarcales del espacio territorial; enfoque técnico; práctica; Yunlong.

Clasificación CLC: TU984. Código documental: A. DOI: 10.16361/j.upf.202503012. N.º de artículo: 1000-3363 (2025) 03-0094-09.

\* Financiado conjuntamente por el Programa Nacional Clave de I+D de China durante el XIV Plan Quinquenal, «Tecnologías clave y demostración para la alerta temprana y prevención de riesgos ecológicos urbanos y la mejora de la resiliencia ecológica» (2024YFF1307000); el proyecto del Shanghai Tongji Urban Planning & Design Institute «Ruta técnica para preparar un capítulo de conservación de la biodiversidad en el plan maestro del espacio territorial: caso del condado de Yunlong, provincia de Yunnan» (KY-2022-YB-A15); y el proyecto de la fase 7 del Fondo para el Medio Ambiente Mundial del Banco Mundial (GEF7), «Investigación sobre directrices de planificación del espacio territorial basadas en la conservación de la biodiversidad urbana» (P173316).

## 1 Antecedentes y significado de integrar la conservación de la biodiversidad en los planes maestros municipales y comarcales del espacio territorial

La biodiversidad es esencial para mantener la estabilidad y el equilibrio de los ecosistemas, y constituye la base de la supervivencia y el desarrollo humanos [1]. En 2022, durante la decimoquinta reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD-COP15), se adoptó el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal (en adelante, «Marco de Kunming-Montreal»). Este marco estableció el objetivo espacial emblemático «30×30»: para 2030, el 30% de las áreas terrestres, de aguas continentales, costeras y marinas del planeta deberá estar efectivamente conservado y gestionado. Ampliar la superficie bajo conservación efectiva mediante medidas espaciales integradas es el medio central para alcanzar dicho objetivo.

Dar prioridad a la civilización ecológica constituye el valor fundamental del sistema chino de planificación del espacio territorial [2-3]. Tanto el Marco de Kunming-Montreal y otras agendas globales de biodiversidad como las estrategias nacionales de China, incluidas las Opiniones sobre el fortalecimiento adicional de la conservación de la biodiversidad, subrayan la necesidad de incorporar la biodiversidad a la planificación espacial (Tabla 1). China ha establecido un sistema de áreas naturales protegidas terrestres que cubre alrededor del 18% de su superficie continental y desempeña un papel importante en la protección de ecosistemas clave y especies protegidas. Sin embargo, persisten brechas de conservación. Debido a la densidad poblacional y a la presión del desarrollo económico, será difícil crear en el futuro áreas protegidas adicionales de gran extensión; por ello, resulta igualmente importante reforzar la conservación in situ de la biodiversidad fuera de las áreas formalmente protegidas [9]. La planificación del espacio territorial puede contribuir al objetivo «30×30» mediante la construcción de una red espacial más completa para la conservación de la biodiversidad y el fortalecimiento de medidas de conservación in situ en todo el territorio situado fuera de las áreas protegidas.

Tabla 1. Requisitos para integrar la conservación de la biodiversidad en la planificación espacial dentro de las agendas globales de biodiversidad y las estrategias nacionales de China

| Documento                                                                                                                                                                | Fecha de publicación | de | Órgano emisor                                                             | Requisito para integrar la biodiversidad en la planificación del espacio territorial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Documento de posición de China para la Cumbre de las Naciones Unidas sobre Biodiversidad, Construir un futuro compartido para toda la vida en la Tierra: China en acción | septiembre de 2020   | de | Ministerio de Asuntos Exteriores; Ministerio de Ecología y Medio Ambiente | «Integrar la conservación de la biodiversidad en los planes de desarrollo económico y social, los planes de protección y restauración ecológica, los planes del espacio territorial y los planes especiales relacionados» [4].                                                                                                                                                                                           |
| Declaración de Kunming del Segmento de Alto Nivel de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Biodiversidad 2020 (primera parte)                                      | octubre de 2021      | de | Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica      | «Fortalecer y establecer sistemas eficaces de áreas protegidas; adoptar otras medidas eficaces de conservación basadas en áreas y herramientas de planificación espacial; mejorar la eficacia de la conservación y la gestión regionales y ampliar la cobertura de conservación a escala mundial, con el fin de proteger la diversidad de especies y genética y reducir o eliminar las amenazas a la biodiversidad» [5]. |
| Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal                                                                                                                       | de diciembre de 2022 | de | Conferencia de las Partes del Convenio sobre la                           | «Garantizar que todas las áreas estén sujetas a procesos participativos, integrados e inclusivos de la                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                           |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (GBF)                                                                                     | Diversidad Biológica                                                              | biodiversidad en materia de planificación espacial y/o gestión efectiva que aborden el cambio de uso de la tierra y del mar» [6].                                                                                   |
| Opiniones sobre el fortalecimiento adicional de la conservación de la biodiversidad       | Oficina General del Comité Central del PCC; Oficina General del Consejo de Estado | «Integrar la conservación de la biodiversidad en los planes de mediano y largo plazo de todas las regiones y campos pertinentes» y «seguir optimizando el patrón espacial de conservación de la biodiversidad» [7]. |
| Estrategia y Plan de Acción de China para la Conservación de la Biodiversidad (2023-2030) | Ministerio de Ecología y Medio Ambiente                                           | «Optimizar el patrón de desarrollo y protección del espacio territorial y convertir la conservación de la biodiversidad en un componente importante de la planificación del espacio territorial» [8].               |

Dentro del sistema chino de planificación del espacio territorial de «cinco niveles y tres tipos», los planes maestros municipales y comarcales son planes locales orientados a la implementación que organizan las actividades de desarrollo y protección territorial. Son responsables de salvaguardar las líneas base locales de seguridad ecológica y de priorizar la delimitación de áreas donde el desarrollo y la construcción deben prohibirse o restringirse. Por ello constituyen el nivel clave para traducir la conservación de la biodiversidad en gobernanza espacial [10-11]. Las Directrices para la elaboración de planes maestros municipales del espacio territorial (versión piloto), emitidas por el Ministerio de Recursos Naturales, y muchas guías provinciales para la planificación municipal y comarcal enfatizan la construcción de importantes barreras, corredores y redes ecológicas, la formación de un patrón continuo, completo y sistemático de conservación ecológica, y el mantenimiento de la seguridad ecológica y la biodiversidad [12-14]. Las «tres zonas y tres líneas» proporcionan la base para construir una red espacial de conservación de la biodiversidad. Las líneas rojas de protección ecológica ya cubren numerosas especies protegidas amenazadas y hábitats clave, pero aún es necesario construir, mediante la planificación maestra, patrones de conservación de la biodiversidad duraderos y eficaces para todo el territorio.

Antes de la reforma del sistema de planificación del espacio territorial, algunos municipios y condados elaboraron planes de conservación de la biodiversidad de acuerdo con la Notificación sobre el fortalecimiento de la conservación de la biodiversidad urbana del antiguo Ministerio de Construcción [15] y las Medidas para la solicitud y evaluación de ciudades jardín nacionales [16]. No obstante, estos planes solían centrarse más en las plantas que en los animales, enfatizaban la protección pero carecían de medidas de mejora, y prestaban atención a áreas locales más que al conjunto del territorio [17]. En la actual ronda de planificación territorial, muchos municipios y condados han respondido a los nuevos requisitos de conservación de la biodiversidad. Por ejemplo, siguiendo las Directrices para la evaluación de la capacidad de carga de los recursos y el medio ambiente y de la idoneidad del desarrollo territorial (versión piloto) [18], evaluaron la importancia de las funciones de mantenimiento de la biodiversidad. Sin embargo, aún falta

coordinación integral de los elementos espaciales de conservación de la biodiversidad en todo el territorio. Debido a la insuficiencia de datos de base e investigaciones de apoyo, a menudo no se analizan los hábitos, requisitos de conservación y necesidades espaciales de las especies protegidas clave. Como resultado, la planificación territorial todavía no ha mejorado plenamente el «bienestar» de los hábitats de vida silvestre ni ha equilibrado la conservación ecológica con el desarrollo de alta calidad. En este contexto, el artículo parte de las necesidades de conservación de la biodiversidad en el nivel de los planes maestros municipales y comarcales, explora el marco de trabajo y la ruta técnica de la conservación, y toma el condado de Yunlong, provincia de Yunnan, como ejemplo para examinar escenarios concretos de aplicación.

## **2 Necesidades y marco de trabajo de la conservación de la biodiversidad en el nivel de los planes maestros municipales y comarcales del espacio territorial**

### **2.1 Necesidades de conservación de la biodiversidad en el nivel de planificación municipal y comarcal**

Desde la perspectiva de la planificación, los espacios urbanos y rurales pueden proteger y aumentar la biodiversidad por dos vías principales: optimizar el patrón y la calidad de las tierras ecológicas y reducir las perturbaciones derivadas de las actividades humanas [19]. La planificación maestra corresponde a un nivel macroestratégico que coordina la asignación total de recursos espaciales y la disposición estructural. En este nivel, la conservación de la biodiversidad no se limita a coordinar la delimitación de las tres zonas y tres líneas. También exige fortalecer el análisis de un sistema espacial de conservación de especies para todo el territorio [20, 21], construir una red de conservación de múltiples hábitats en todo el territorio [22-24] y definir medidas de protección de hábitats con gradientes diferenciados de gobernanza según la importancia de su valor de conservación [25]. Se requiere una asignación eficaz de recursos espaciales y un control racional de usos para coordinar los hábitats de especies con las actividades humanas. En concreto, esto incluye lo siguiente:

(1) Delimitar las líneas espaciales de base: asignar racionalmente los «derechos» sobre los recursos tierra-espacio entre las actividades humanas y los hábitats biológicos, y garantizar, en la medida de lo posible, la proporción de recursos tierra-espacio cuya función principal de servicio ecosistémico sea la conservación de la biodiversidad.

(2) Identificar hábitats importantes: de acuerdo con los rasgos conductuales y ecológicos de las especies objetivo protegidas, identificar parches de hábitat naturales y seminaturales insustituibles para la conservación de la biodiversidad y designarlos como espacios prioritarios de conservación.

(3) Construir una red para todo el territorio: conectar parches naturales, seminaturales y cuasinaturales de distintos niveles y tamaños mediante corredores y «puntos de paso» a lo largo de las principales zonas de borde natural, formando un sistema espacial de conservación en red y con múltiples gradientes. Las actividades humanas deben separarse adecuadamente para reducir la perturbación sobre los principales hábitats naturales y apoyar la supervivencia, migración y evolución de las especies [17].

### **2.2 Marco de trabajo para la conservación de la biodiversidad en el nivel de planificación municipal y comarcal**

Sobre la base de estas necesidades de conservación, las tareas centrales para integrar la biodiversidad en los planes maestros municipales y comarcales del espacio territorial pueden resumirse en tres aspectos: construir una red de conservación para todo el territorio, definir una gobernanza espacial jerárquica orientada a la conservación y proponer medidas de restauración para hábitats importantes. Estas tareas deben articularse con las estrategias y planes de acción locales para la biodiversidad (Local Biodiversity Strategy and Action Plans, LBSAPs) elaborados por los departamentos de ecología y medio ambiente, así como con las fronteras de áreas protegidas y los requisitos de conservación-restauración gestionados por

distintos departamentos. Entre los trabajos básicos y los contenidos de planificación de los planes maestros municipales del espacio territorial [7], la «doble evaluación», el patrón espacial general, las restricciones de línea base, las funciones urbanas, la infraestructura y la remediación y restauración están estrechamente vinculados con la conservación de la biodiversidad. La Figura 1 presenta el marco de trabajo para introducir y reforzar la biodiversidad en cada etapa de preparación del plan.

(1) «Doble evaluación»: sobre la base del análisis de los recursos de biodiversidad y su distribución espacial en los niveles de ecosistema, especies y genética, se identifican áreas importantes y extremadamente importantes para la conservación de la biodiversidad. Estas áreas deben servir como referencias clave para delimitar las «tres zonas y tres líneas» y optimizar el patrón del espacio territorial.

(2) Patrón espacial general: identificar brechas de conservación, construir una red espacial de conservación, coordinar los elementos de conservación de «montañas, aguas, bosques, tierras agrícolas, lagos y pastizales», e incorporar la red de conservación de hábitats al patrón general de desarrollo y protección del espacio territorial.

(3) Restricciones de línea base: optimizar las líneas rojas de protección ecológica según la importancia de las áreas de conservación, identificar posibles OECMs (otras medidas efectivas de conservación basadas en áreas) fuera de las áreas protegidas y reforzar las barreras de seguridad ecológica.

(4) Funciones urbanas: optimizar la disposición espacial de ciudades y aldeas de acuerdo con los requisitos de gobernanza espacial para la conservación de la biodiversidad, y lograr el acoplamiento y la coordinación entre la estructura urbana y el patrón de red ecológica.

(5) Infraestructura: fortalecer la evaluación del impacto ambiental de la construcción de infraestructuras orientada a la biodiversidad y optimizar su localización.

(6) Remediación y restauración: ante la pérdida de biodiversidad y la degradación de hábitats, precisar los objetivos, áreas clave y proyectos principales de conservación y restauración de la biodiversidad, y proponer medidas de restauración para hábitats importantes.

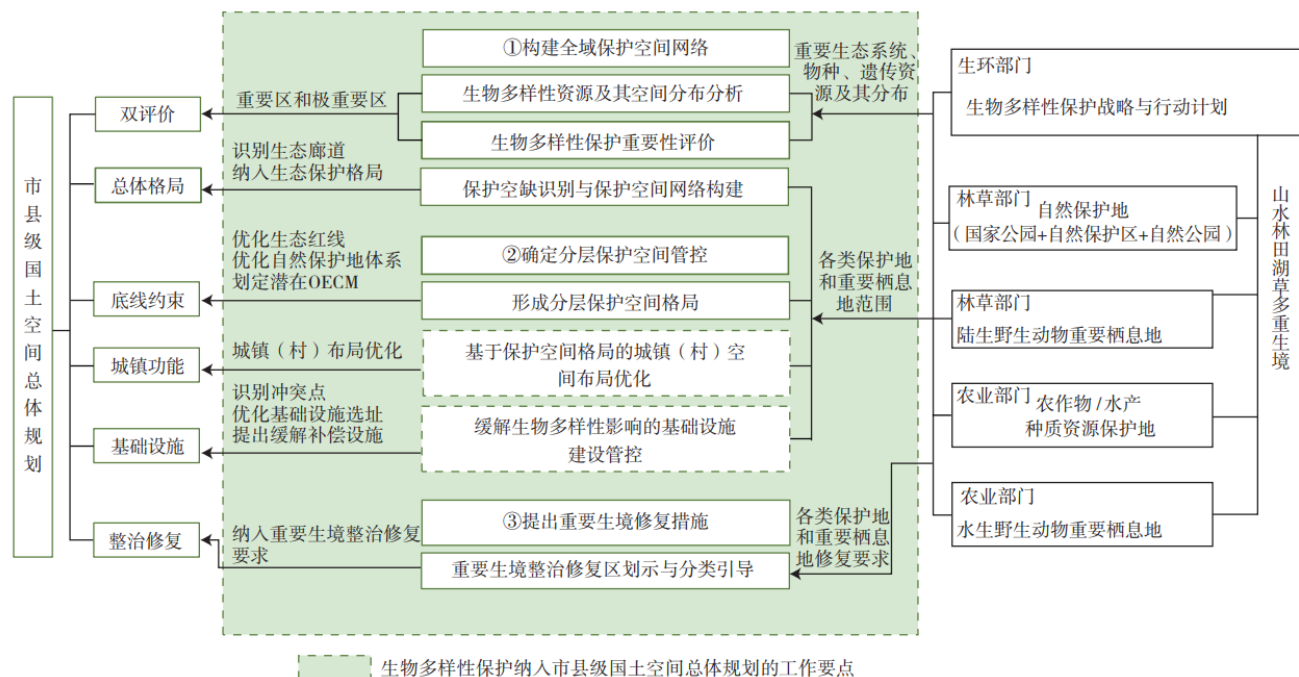


Figura 1. Marco para integrar la conservación de la biodiversidad en los planes maestros municipales y comarcales del espacio territorial

### **3 Ruta técnica para integrar la conservación de la biodiversidad en los planes maestros municipales y comarcales del espacio territorial**

#### **3.1 Evaluar el estado de los recursos y construir una red de conservación para todo el territorio**

##### **3.1.1 Análisis de los recursos de biodiversidad y su distribución espacial**

Un sistema científico de evaluación de la biodiversidad basado en la distribución actual de los recursos ayuda a cuantificar el valor de conservación. Dado que los estudios sistemáticos e integrales de biodiversidad requieren mucho trabajo y tiempo, primero deben compilarse los datos existentes. Sus fuentes pueden incluir, sin limitarse a ello, datos de monitoreo y estudios de taxones animales y vegetales, registros, listas de especies, guías de campo, artículos y libros procedentes de autoridades locales de ecología y medio ambiente y otros departamentos sectoriales, universidades e institutos de investigación, organizaciones no gubernamentales, actividades de ciencia ciudadana, así como datos de especies provenientes de bases ecológicas profesionales. Cuando el tiempo y los recursos lo permitan, pueden seleccionarse grandes parches ecológicos para realizar estudios de campo suplementarios de diversidad de especies, tomando como referencia las normas técnicas de investigación y evaluación de la biodiversidad emitidas por el Ministerio de Ecología y Medio Ambiente. Con base en la información geoespacial disponible, deben elaborarse mapas de distribución de recursos de biodiversidad por grupo taxonómico.

##### **3.1.2 Evaluación de la importancia de la conservación de la biodiversidad**

Las actuales Directrices para la evaluación de la capacidad de carga de los recursos y el medio ambiente y de la idoneidad del desarrollo territorial (versión piloto), así como las Directrices para delimitar las líneas rojas de protección ecológica, establecen requisitos relativamente claros para evaluar la importancia de la conservación de la biodiversidad a nivel de ecosistema, pero prestan insuficiente atención a los factores locales de calidad del hábitat. A partir de estudios relacionados, se recomienda incorporar indicadores adicionales de evaluación de calidad del hábitat, entre ellos factores de tipo de superficie (uso del suelo), factores ecológicos (cobertura vegetal y distancia a fuentes de agua) y factores de influencia antrópica (distancia a carreteras) [26-30].

Además del nivel ecosistémico, deben considerarse evaluaciones de biodiversidad a nivel de especies y de recursos genéticos. Identificar los objetivos clave de conservación es el primer paso de la evaluación a nivel de especies. En áreas prioritarias de conservación de la biodiversidad, dichos objetivos pueden seleccionarse según su estatus de protección (animales protegidos nacionales de clase I o II, especies incluidas en anexos de la UICN y CITES), especificidad (si son endémicas nacionales o regionales), función ecológica en el ecosistema (si son especies paraguas), e influencia y reconocimiento público (si son especies emblemáticas) [31-32]. Fuera de las áreas prioritarias, los objetivos clave pueden elegirse considerando la representatividad de los tipos locales de hábitat y el estatus de conservación, rareza o amenaza de las especies. En zonas con una cultura de biodiversidad distintiva, también pueden incorporarse factores culturales locales. Una vez determinados los objetivos de conservación, los puntos conocidos de presencia de especies pueden utilizarse en modelos de distribución de especies (SDMs), como MaxEnt, GARP y Bioclim, para simular y predecir hábitats potencialmente adecuados [33-34].

En el nivel de recursos genéticos, las principales áreas de distribución natural de recursos importantes de germoplasma silvestre, como cultivos, productos acuáticos y ganado, pueden identificarse como zonas de extrema importancia para el mantenimiento de la biodiversidad [35]. En general, los ecosistemas importantes y los hábitats clave de especies son los principales soportes espaciales de la conservación de la biodiversidad. El nivel de recursos genéticos suele combinarse con el nivel ecosistémico o de especies y no necesita constituir una base de evaluación independiente.

### **3.1.3 Identificación de brechas de conservación y construcción de una red espacial de conservación**

Las áreas clave de conservación pueden identificarse mediante la simulación de hábitats adecuados para especies protegidas clave [36]. Al superponer estos resultados con las evaluaciones de importancia de conservación en los niveles ecosistémico y de recursos genéticos, así como con las áreas protegidas existentes y la cobertura del suelo, pueden localizarse áreas con valor de conservación que permanecen fuera de la protección existente, es decir, brechas de conservación.

A partir de las áreas clave de conservación obtenidas por simulación y evaluación, el método MSPA puede emplearse para identificar, desde la perspectiva del patrón paisajístico, los componentes estructurales centrales del paisaje con mejores funciones ecológicas. Posteriormente, los índices de conectividad paisajística permiten determinar parches adecuados como fuentes ecológicas [37-38]. El modelo de resistencia acumulada mínima, la teoría de circuitos y otros métodos pueden usarse para construir superficies de resistencia y simular corredores ecológicos [39-42]. Los nodos ecológicos pueden extraerse de las intersecciones entre corredores, de los cruces entre corredores y sistemas hídricos, y de los puntos de giro clave de corredores de larga distancia [43]. Así se construye una red espacial de conservación de la biodiversidad que promueve el intercambio y la migración de especies y mejora la conectividad y estabilidad de los ecosistemas [44].

## **3.2 Definir requisitos de gobernanza espacial orientados a la conservación**

### **3.2.1 Formar un patrón espacial jerárquico de conservación**

Con base en la identificación y delimitación de fuentes ecológicas, corredores y nodos, y en conexión con las «tres zonas y tres líneas», las zonas de planificación y los requisitos de control de usos en la planificación territorial, la red espacial de conservación de la biodiversidad debe refinarse e incorporarse a los distintos tipos de zonas del espacio territorial. Con ello se genera un patrón espacial jerárquico de conservación corregido y optimizado: «áreas naturales protegidas + líneas rojas de protección ecológica + OECMs + corredores ecológicos estructurales + parches ecológicos clave».

Las áreas de importancia extremadamente alta para la conservación de la biodiversidad que, además, constituyen brechas de conservación deben gestionarse conforme a los requisitos aplicables a las áreas protegidas. Con base en los resultados de la evaluación de importancia de conservación de la biodiversidad y de la identificación de fuentes ecológicas, debe implementarse, refinarse y verificarse el esquema de líneas rojas de protección ecológica definido en la planificación territorial. Las tierras dentro y fuera de las áreas protegidas que, según la evaluación de importancia, poseen funciones de conservación deben considerarse como un continuo «compatible con la conservación». Fuera de las áreas protegidas, se deben proponer requisitos jerárquicos y graduales de gobernanza según la importancia de conservación, facilitando así la implementación de OECMs. Los espacios de conservación importantes dentro y fuera de áreas protegidas que actualmente se encuentran fragmentados deben conectarse mediante corredores ecológicos estructurales y parches ecológicos clave, mejorando la conectividad de las áreas protegidas y de la red de conservación.

### **3.2.2 Optimizar la disposición espacial de ciudades y aldeas según los requisitos de conservación de la biodiversidad**

El uso del suelo compatible con la conservación debe incorporarse a la planificación de la disposición espacial de ciudades y aldeas, atendiendo al posicionamiento industrial, el tamaño poblacional y las necesidades de construcción y desarrollo en distintas zonas, incluidos espacios ecológicos dentro y fuera de áreas protegidas, espacios agrícolas y espacios urbanos. En las aldeas adyacentes a áreas protegidas, debe

prestarse especial atención al impacto de los conflictos entre seres humanos y vida silvestre sobre los medios de vida de los residentes, así como a transformar el valor de los productos ecológicos basados en la conservación, promoviendo así la coordinación entre los objetivos de conservación de la biodiversidad y las funciones productivas y de vida de ciudades y aldeas.

### **3.2.3 Controlar la construcción de infraestructuras para mitigar impactos sobre la biodiversidad**

Además del control estricto requerido para las líneas rojas de protección ecológica y las áreas naturales protegidas, debe reforzarse la gobernanza espacial en hábitats importantes de vida silvestre, rutas de migración de aves, áreas importantes de distribución de peces y recursos de germoplasma acuático, y áreas importantes de distribución de plantas raras y amenazadas. Deben identificarse los conflictos espaciales entre hábitats importantes y grandes proyectos de infraestructura, como carreteras, instalaciones eólicas y fotovoltaicas; ajustar las ubicaciones de infraestructura; y proponer instalaciones de mitigación y compensación.

### **3.3 Proponer medidas de restauración para hábitats importantes**

De acuerdo con el tipo y grado de degradación de los hábitats dañados, deben delimitarse zonas de remediación y restauración de hábitats importantes. Se pueden proponer requisitos diferenciados de restauración para ecosistemas forestales, fluviales, de pastizales, humedales y otros según sus diferencias [45-46], orientando la posterior identificación de listas de proyectos de conservación y restauración de la biodiversidad en los planes especiales de restauración ecológica territorial.

## **4 Exploración práctica de la integración de la conservación de la biodiversidad en la planificación territorial del condado de Yunlong**

El condado de Yunlong se ubica en el noroeste de la prefectura autónoma bai de Dali, provincia de Yunnan. Se encuentra en el extremo meridional de las Montañas del Suroeste de China, uno de los 36 hotspots mundiales de biodiversidad, y dentro de las montañas Yunling de la sección sur de las montañas Hengduan, una de las 32 regiones prioritarias de conservación de la biodiversidad terrestre de China. El condado cubre 4 400,95 km<sup>2</sup>, de los cuales las montañas representan el 90% [47]. Yunlong contiene múltiples tipos de hábitat, incluidos bosques, humedales, tierras agrícolas y pastizales. Posee una rica diversidad de especies y numerosas especies raras y amenazadas; es el límite sur de distribución del mono chato de Yunnan y el límite norte de distribución del gibón crestado negro occidental. En los últimos años, Yunlong ha sido designado condado demostrativo ecológico del oeste de Yunnan y área clave de conservación de la biodiversidad en la prefectura de Dali. Ha establecido inicialmente un sistema de áreas naturales protegidas, pero las áreas protegidas fragmentadas aún no se han conectado con la planificación espacial de todo el territorio. En el contexto de una nueva ronda de desarrollo urbano-rural y revitalización rural, el desarrollo agrícola y ganadero puede perturbar la conservación de especies clave como el mono chato de Yunnan, generando presión para equilibrar desarrollo y conservación.

Dada su riqueza en recursos de biodiversidad, su altísimo valor de conservación y las presiones existentes, el condado de Yunlong se selecciona como caso representativo para examinar en profundidad la ruta técnica y la implementación de la integración de la conservación de la biodiversidad en los planes maestros municipales y comarcales del espacio territorial.

### **4.1 Construcción de una red espacial de conservación de la biodiversidad para todo el territorio basada en una evaluación de idoneidad multiespecie**

Se compilaron datos históricos y más de 3 000 registros de cámaras infrarrojas para organizar la información sobre recursos animales y vegetales del condado de Yunlong, junto con listas de plantas clave

protegidas y especies animales y vegetales protegidas. Debido a que los registros históricos de estudios de biodiversidad se concentran en áreas naturales protegidas, se eligió el modelo de máxima entropía MaxEnt para evaluar hábitats potencialmente adecuados. MaxEnt puede predecir eficazmente la distribución de especies incluso con un número relativamente reducido de puntos de presencia [48] y es adecuado para simular la idoneidad de hábitats en áreas con datos incompletos de biodiversidad [36, 49].

En áreas donde el mono chato de Yunnan actúa como especie emblemática, la evaluación de idoneidad de una sola especie es un método habitual para la planificación regional de conservación y la delimitación de áreas protegidas [50-51]. Considerando las grandes diferencias altitudinales de Yunlong y la diversidad de hábitats en todo el condado, este estudio adoptó una evaluación de idoneidad multiespecie. Sobre la base del nivel de protección, la función ecológica, el estado poblacional en Yunlong y los datos conocidos de presencia, se seleccionaron 14 especies objetivo: mono chato de Yunnan, oso negro asiático, gato leopardo, macaco rhesus, macaco de Assam, macaco de cola corta, muntíaco negro, panda rojo del Himalaya, marta de garganta amarilla, faisán colilargo de collar negro, tragopán de Temminck, faisán plateado, faisán de Lady Amherst y tritón de manchas rojas (Figura 2). Las 14 especies son animales protegidos nacionales de clase I o II, y sus hábitats cubren todos los gradientes altitudinales y tipos de hábitat del condado. Se seleccionaron cuatro tipos de variables ambientales —clima, topografía, vegetación y cuerpos de agua, e influencia antrópica— para simular el espacio de distribución adecuado de cada especie y realizar análisis de superposición. En comparación con la evaluación de idoneidad de una sola especie, la evaluación multiespecie aumentó en 29,16% la eficacia de cobertura de hábitats de las especies objetivo [52]. Usando la idoneidad de distribución de especies como base para evaluar la importancia de la conservación de la biodiversidad, las áreas de idoneidad media y alta se identificaron como áreas clave de conservación de la biodiversidad (Figura 3).

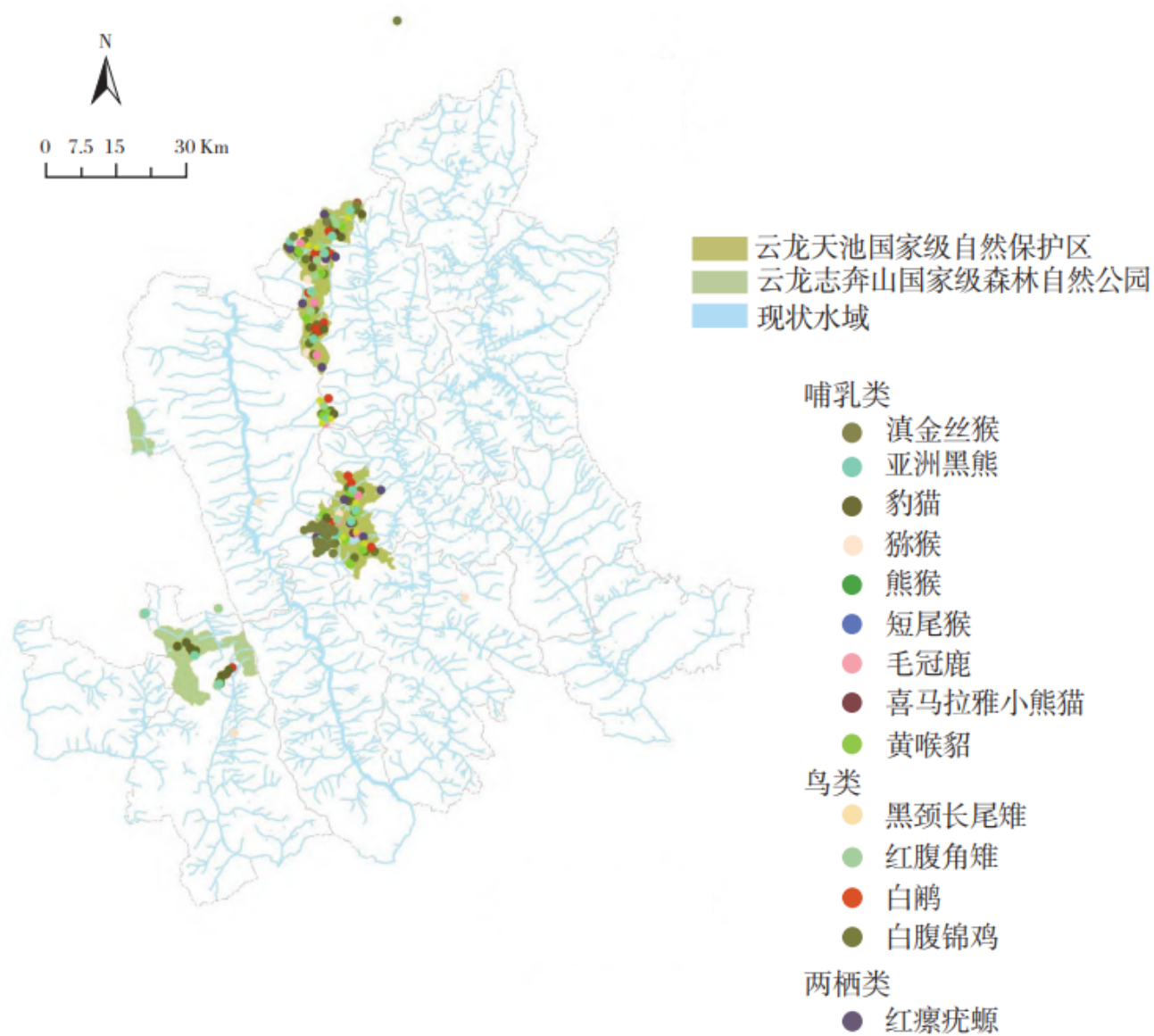


Figura 2. Puntos de distribución de especies objetivo en el condado de Yunlong

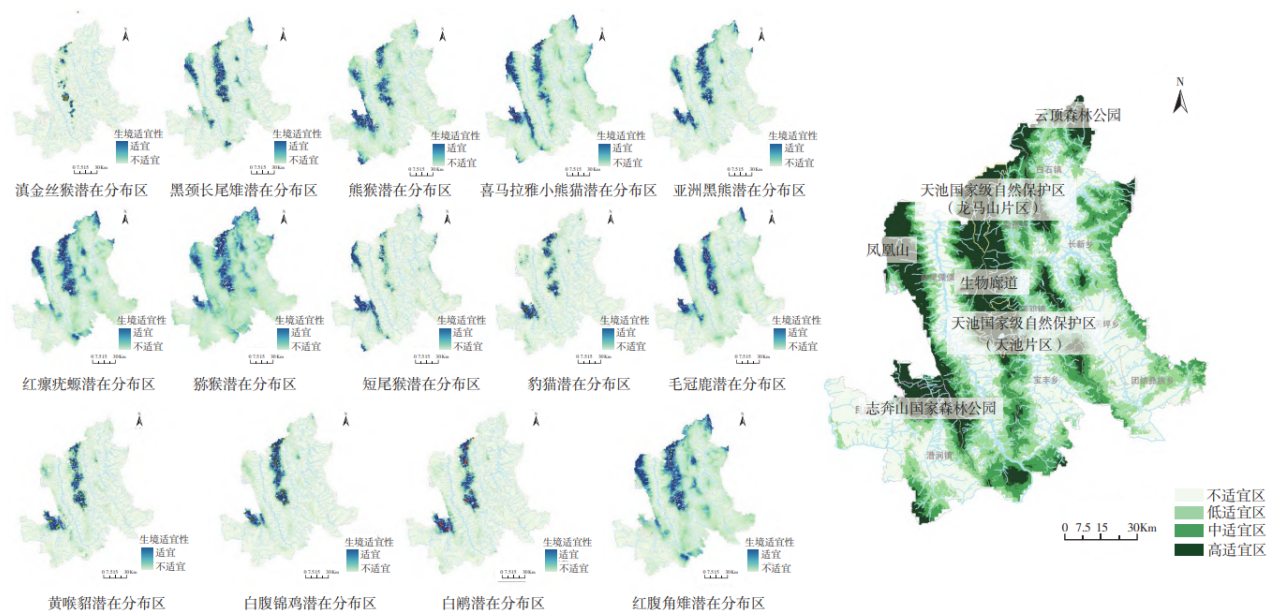


Figura 3. Áreas de distribución adecuada simuladas para especies objetivo individuales (izquierda) y resultados de la evaluación de idoneidad de distribución multiespecie (derecha)

Las áreas clave de conservación de la biodiversidad se compararon con los límites de áreas naturales protegidas y las líneas rojas de protección ecológica existentes antes de la planificación, con el fin de identificar brechas de conservación en las áreas protegidas actuales (Figura 4). Las áreas de alta importancia de conservación que aún no estaban cubiertas se recomendaron para su inclusión en áreas naturales protegidas.

Las áreas clave de conservación de la biodiversidad se identificaron como fuentes ecológicas. Se construyó una superficie de resistencia mediante el método de ruta de costo mínimo, se identificaron corredores ecológicos y se construyó una red espacial de conservación de la biodiversidad (Figura 5). Esta red cubre las brechas de corredores entre los sectores Longma Mountain y Tianchi de la Reserva Natural Nacional Yunlong Tianchi, así como las brechas de conservación en Fenghuang Mountain, Zhiben Mountain y el parque forestal Yunding. Además, refuerza los límites espaciales de los nodos ecológicos y ayuda a construir una red espacial de conservación de la biodiversidad más completa.

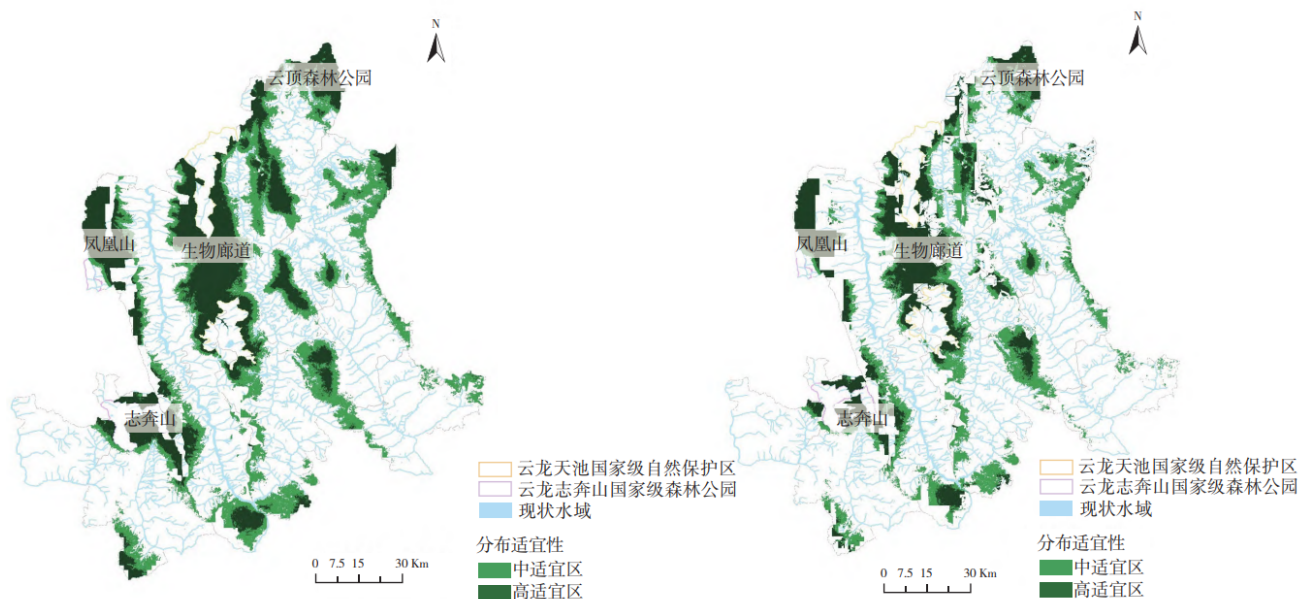


Figura 4. Brechas de conservación en áreas naturales protegidas (izquierda) y líneas rojas de protección ecológica (derecha)

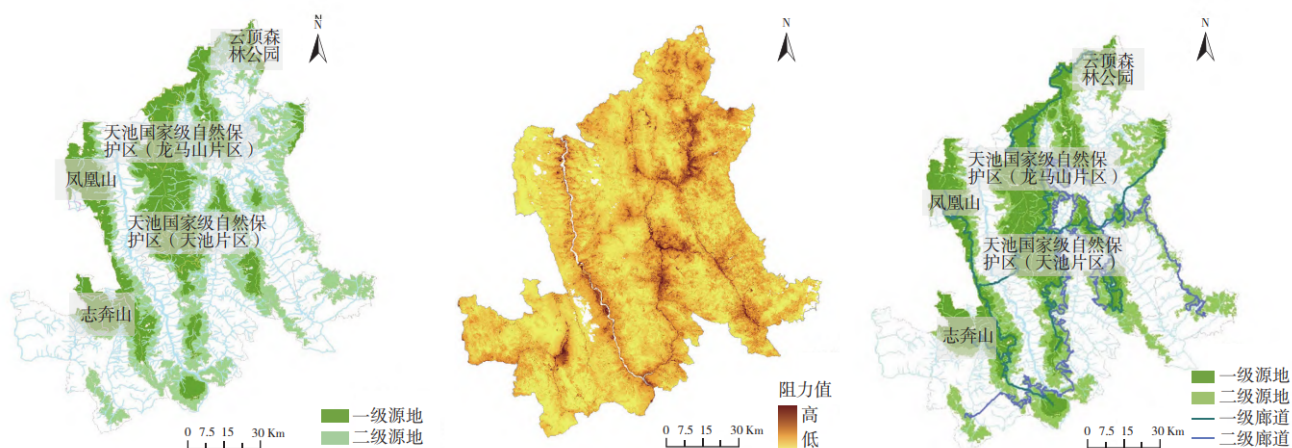


Figura 5. Áreas fuente ecológicas (izquierda), superficie de resistencia (centro) y red espacial de conservación (derecha)

#### 4.2 Gobernanza espacial multinivel de la conservación de la biodiversidad basada en un continuo «compatible con la conservación»

Según la importancia de la conservación de la biodiversidad, se construyó un continuo «compatible con la conservación». Este incluye áreas naturales protegidas, áreas no protegidas dentro de las líneas rojas de protección ecológica, otras áreas de alta idoneidad y ciudades y aldeas adyacentes. A continuación se implementó una gobernanza espacial multinivel de la conservación de la biodiversidad para todo el territorio, de la siguiente manera:

(1) Refinar y verificar el esquema de líneas rojas de protección ecológica y el patrón espacial ecológico identificados en la planificación territorial. En la actual ronda de planificación territorial, las líneas rojas de protección ecológica se optimizaron en coordinación con las áreas clave de conservación de la biodiversidad

evaluadas científicamente. De acuerdo con el requisito de mantener en general estables las líneas rojas ecológicas, permitiendo ajustes finos locales, las áreas de brecha de conservación que cumplían los criterios de inclusión —como Fenghuang Mountain y Zhiben Mountain— se incorporaron a la línea roja, con un total aproximado de 80 hm<sup>2</sup>. Al mismo tiempo, se excluyeron de la línea roja áreas que cumplían los criterios de salida, como emplazamientos de proyectos clave provinciales de corto plazo, con un total aproximado de 156 hm<sup>2</sup>. Así se logró una optimización coordinada entre espacio de conservación y espacio de desarrollo.

Además, las fuentes ecológicas orientadas a la conservación de la biodiversidad se incorporaron a zonas de control ecológico dentro del sistema de zonificación de usos de tierra y mar en la planificación territorial. Esto cubrió las brechas de conservación en los corredores entre los dos sectores de la Reserva Tianchi, así como en Fenghuang Mountain, Zhiben Mountain y el parque forestal Yunding. Se fortaleció la gobernanza espacial de los espacios ecológicos en zonas de control ecológico para reducir la perturbación de las actividades humanas sobre la biodiversidad.

(2) Delimitar áreas prioritarias de conservación de la biodiversidad a nivel de condado. Según los resultados de identificación de fuentes ecológicas y brechas de conservación, se delimitaron ocho áreas prioritarias de conservación de la biodiversidad, entre ellas Longma Mountain, Tianchi, Fenghuang Mountain y Zhiben Mountain (Figura 6). Se promovió la construcción de OECMs, como el bosque corredor de Wubaoshan entre los dos sectores de la Reserva Tianchi. Se propusieron actividades de subsistencia compatibles con la conservación, incluida la producción agrícola orgánica, ecológica y sostenible, para proteger la biodiversidad y, al mismo tiempo, atender las funciones productivas y de vida de los residentes.

(3) Disposición concéntrica y gobernanza clasificada de aldeas favorables a la biodiversidad. Con base en distintos tipos de zonificación ecológica, se orientó por categorías la disposición de aldeas favorables a la biodiversidad (Figura 7, Tabla 2).

(4) Proponer requisitos de evaluación de impacto para la ubicación de instalaciones de energía verde. Como condado clave de energía verde en la prefectura de Dali, Yunlong enfrenta riesgos de que los nuevos emplazamientos de infraestructura energética afecten a la biodiversidad. Por ello, el plan maestro propuso una evaluación integral para la ubicación de grandes instalaciones de energía verde. Estas instalaciones deben evitar hábitats importantes, como la Reserva Natural Nacional Yunlong Tianchi, y espacios ecológicos importantes, como los corredores entre los dos sectores de la reserva. Al evaluar los riesgos potenciales de la construcción de infraestructuras para la biodiversidad, debe prestarse atención al daño y fragmentación de hábitats, a los impactos indirectos entre ecosistemas y a los riesgos de especies invasoras. Cuando no puedan evitarse impactos sobre áreas importantes de conservación, deben adoptarse medidas de compensación ecológica, como reconstrucción de hábitats y conservación mediante traslado de especies.



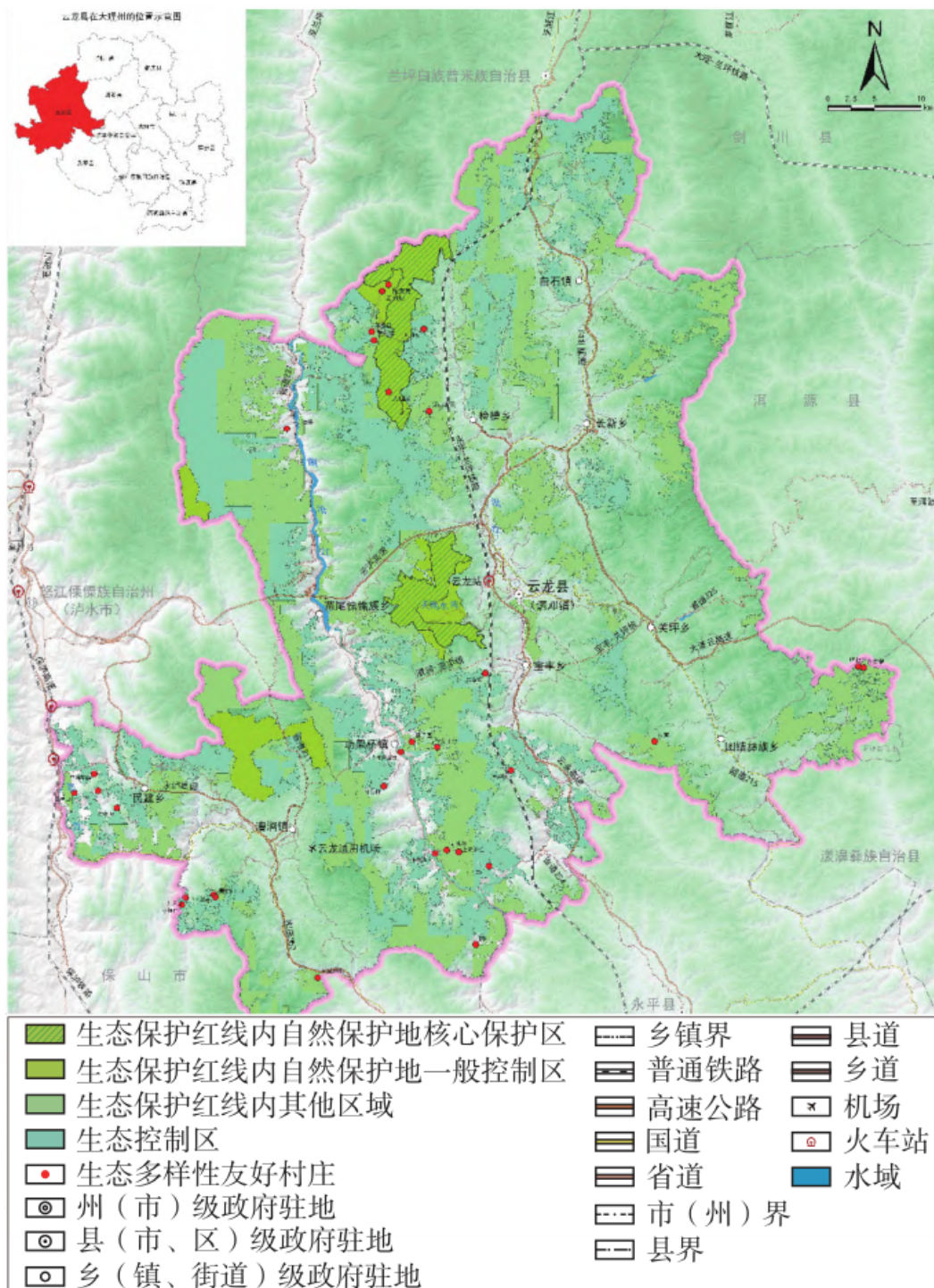


Figura 7. Disposición de aldeas favorables a la biodiversidad

Tabla 2. Clasificación y gobernanza de aldeas favorables a la biodiversidad

| <b>Categoría zonal</b>                                                                                      | <b>Aldeas favorables a la biodiversidad</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Medidas correspondientes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zonas núcleo de protección de áreas naturales protegidas dentro de las líneas rojas de protección ecológica | Dachuchang, aldea Qinglang, municipio Jianchao                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Aplicar control estricto y reubicación ordenada de las aldeas existentes.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Zonas generales de control de áreas naturales protegidas dentro de las líneas rojas de protección ecológica | Lujiazhai y Laoxianchang, aldea Shijing, municipio Jianchao                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Controlar estrictamente el tamaño de la población, la intensidad del desarrollo industrial y el alcance de la construcción de infraestructuras.                                                                                                                                                                                               |
| Otras áreas dentro de las líneas rojas de protección ecológica y zonas de control ecológico                 | Maizidi en la aldea Shanxi, Shanglaoyazhuang en la aldea Minzhu, Yinshan en la aldea Gongguo, municipio Gongguoqiao; Amiandiji en la aldea Daping y Huangzhushan en la aldea Lushan, municipio Caojian; Yangmaodeng en la aldea Dagongchang y Liangshanpo, aldea Qinglang, municipio Jianchao; Wubanda y Shaoluozuo en la aldea Fengshou, municipio Yi de Tuanjie; Xiagangouping en la aldea Songping, municipio Lisu de Miaowei | Permitir actividades humanas limitadas. Sujetas a aprobación, pueden permitirse actividades económicas, monitoreo científico y construcción de instalaciones de vida siempre que no afecten la conservación de la biodiversidad; orientar un desarrollo moderado de aldeas favorables a la biodiversidad.                                     |
| Aldeas favorables a la biodiversidad                                                                        | Dayakou y Gantang en la aldea Lushan, municipio Caojian; Xiaolaoyazhuang en la aldea Minzhu y Xiamazhuangping en la aldea Shanxi, municipio Gongguoqiao; Yuanxiaoqing en la aldea Zhuangping y Diaojiaolou en la aldea Nanxin, municipio Baofeng; Sanjiaoshan en la aldea Chahua y Beiyinshan en la aldea Zhiga, municipio Minjian                                                                                               | Construir activamente aldeas demostrativas favorables a la biodiversidad; promover el desarrollo integrado de agricultura, cultura y turismo; coordinar suelo para el desarrollo integrado de los sectores primario, secundario y terciario rurales; y orientar a los habitantes hacia industrias distintivas de carácter ecológico original. |

#### **4.3 Orientación sobre medidas de remediación y restauración de múltiples tipos de ecosistemas para nodos importantes de hábitat**

Para las comunidades vegetales degradadas dentro de espacios de conservación, deben adoptarse medidas como forestación artificial, cierre de montañas para la regeneración forestal y conversión de tierras agrícolas en bosques y pastizales, con el fin de restaurar la cobertura vegetal. Por ejemplo, la restauración mediante forestación en el corredor ecológico de Wubaoshan puede proteger eficazmente la integridad de los ecosistemas circundantes y la diversidad de especies. Para la restauración ecológica de pastizales, en municipios donde la degradación es relativamente grave, como el municipio Lisu de Miaowei y el municipio Jianchao, deben implementarse proyectos de conversión de tierras agrícolas a pastizales, mejora de pastizales y restauración de vegetación degradada. Para ecosistemas de humedal, incluidos humedales fluviales de las cuencas Lancang y Nujiang y humedales lacustres como Tianchi, deben emplearse medidas de interceptación y tratamiento de contaminación, recarga ecológica de agua y restauración de humedales para recuperar sus funciones de conservación de la biodiversidad. Asimismo, debe reforzarse la prevención y control de la contaminación agrícola difusa, mejorar la función de hábitat de las tierras agrícolas, establecer redes de cortavientos forestales agrícolas y formar sistemas agroforestales, fortaleciendo el papel de las tierras agrícolas como corredores de conexión en áreas ricas en biodiversidad.

#### **5 Conclusiones y perspectivas**

El Marco de Kunming-Montreal identifica la planificación espacial como una nueva herramienta de acción. La Meta 1 exige explícitamente que «todas las áreas» estén sujetas a planificación espacial participativa, integrada e inclusiva de la biodiversidad y/o a otros procesos efectivos de gestión que aborden el cambio de uso de la tierra y el mar. Como país presidente de la CBD-COP15 y firme promotor del Marco de Kunming-Montreal, China necesita reforzar con urgencia la conservación de la biodiversidad en la organización espacial y el control de usos a escala municipal y comarcal. Este artículo ofrece una exploración preliminar del marco y la ruta técnica para integrar la biodiversidad en los planes maestros municipales y comarcales del espacio territorial, y la aplica en la práctica de planificación del condado de Yunlong, provincia de Yunnan. Dadas las diferencias regionales en riqueza de biodiversidad y en interacciones entre biodiversidad y asentamientos humanos, el caso de Yunlong solo puede considerarse un ejemplo típico de área prioritaria de conservación. En el futuro, los métodos técnicos deberán perfeccionarse continuamente mediante evidencia empírica de múltiples regiones. A través de la transmisión espacial en planes especiales y detallados, y mediante una mayor precisión de las medidas, debe fortalecerse la coordinación de áreas fuente dentro y fuera de áreas protegidas, la conexión de corredores y la correspondencia entre nodos, reforzando así el papel de la planificación espacial en la conservación de la biodiversidad.

Actualmente, la ruta técnica de planificación espacial para la conservación de la biodiversidad aún enfrenta deficiencias en datos de base, estándares técnicos y gestión coordinada transregional. Los siguientes aspectos requieren fortalecimiento urgente para lograr mejor coordinación y disposición integral de la conservación de la biodiversidad en todo el territorio y mejorar su efectividad desde una perspectiva espacial.

##### **5.1 Fortalecer el monitoreo de la biodiversidad y la construcción de bases de datos espaciales**

El monitoreo actual de la biodiversidad suele concentrarse en áreas naturales protegidas y hábitats importantes de vida silvestre, pero carece de cobertura completa para hábitats de múltiples gradientes y tipos. Las estadísticas gubernamentales son a menudo difíciles de obtener. Los estudios fragmentarios de distintos departamentos e instituciones de investigación suelen carecer de coordinación de diseño de nivel superior; los tipos, formatos y métodos de procesamiento de datos difieren; y con frecuencia falta

información espacial de alta precisión. Como resultado, los datos no pueden respaldar suficientemente el análisis requerido por la planificación espacial. Los datos de ciencia ciudadana pueden aportar referencias para la investigación sobre biodiversidad, pero su calidad varía porque suele faltar revisión profesional y las observaciones están condicionadas por las capacidades y preferencias de los participantes.

En el futuro deben optimizarse las redes de monitoreo de la biodiversidad. Tecnologías como la teledetección, el video y las redes de sensores pueden apoyar observaciones continuas de la distribución de especies y sus preferencias de hábitat. Algunas instituciones han explorado plataformas inteligentes de monitoreo; por ejemplo, un sistema remoto de mando para estudios de vida silvestre basado en el Internet de las cosas [53] integra información sobre personal de campo, equipos físicos y especies silvestres en una plataforma inteligente, permitiendo el mando y la gestión inteligente cielo-espacio-tierra de los estudios de campo y la recopilación de información. En el futuro, será necesario fortalecer la articulación con las necesidades de la planificación territorial, construir redes de monitoreo vinculadas a información espacial y mejorar plataformas de intercambio de información sobre biodiversidad.

## **5.2 Fortalecer la unificación de estándares técnicos de planificación**

Actualmente, la selección de indicadores en los modelos de evaluación de idoneidad de hábitats es relativamente subjetiva, incluidos las variables ambientales en modelos de distribución de especies y los factores de superficie de resistencia para corredores ecológicos. Tampoco existe un estándar unificado para el umbral mínimo de área de las fuentes ecológicas, ni se ha normalizado la base para determinar dichos umbrales [45].

La planificación futura debe reforzar el papel orientador de la investigación básica sobre procesos ecológicos. Por ejemplo, la integración de datos multifuente y la investigación interdisciplinaria pueden emplearse para aclarar los mecanismos de acoplamiento entre patrones paisajísticos y procesos ecológicos, determinar asignaciones de parámetros y series de umbrales en modelos de evaluación de la biodiversidad, y mejorar y optimizar eficazmente los métodos de identificación de fuentes y corredores ecológicos.

## **5.3 Fortalecer la gestión coordinada entre regiones ecológicas**

La práctica actual de planificación suele basarse en límites administrativos. Este modelo ofrece ciertas ventajas para la obtención de datos y ayuda a los departamentos locales a realizar labores de conservación. Sin embargo, el movimiento de las especies no está limitado por fronteras administrativas ni unidades geográficas. Por ello, la gobernanza espacial orientada a la conservación debe considerar plenamente la integridad entre regiones [54], y debe promoverse la planificación de la conservación de la biodiversidad a escala de cuencas fluviales, regiones montañosas y regiones lacustres.

En el futuro debe prestarse plena atención a la conexión de áreas funcionales ecológicas entre municipios y condados vecinos. Es necesario construir una red ecológica regional funcionalmente completa para mejorar la biodiversidad regional en su conjunto.

Agradecimientos. Los autores agradecen a la Administración de la Reserva Natural Nacional Yunlong Tianchi, a la Granja Forestal Caojian del condado de Yunlong, a la Oficina de Recursos Naturales del condado de Yunlong y a la Oficina de Silvicultura y Pastizales del condado de Yunlong por proporcionar datos y apoyo de campo local para el estudio de caso de Yunlong.

## **Referencias**

- [1] UCHIDA K, BLAKEY R V, BURGER J R, et al. Urban biodiversity and the importance of scale [J]. Trends in Ecology & Evolution, 2021, 36(2): 123-131.

- [2] YANG Baojun, CHEN Peng, DONG Ke, et al. Construcción del sistema de planificación del espacio territorial en el contexto de la civilización ecológica [J]. Urban Planning Forum, 2019(4): 16-23. [en chino]
- [3] WU Zhiqiang, GUO Renzhong, ZHANG Bing, et al. Foro académico sobre la «construcción sistemática del sistema nacional de planificación espacial» [J]. Urban Planning Forum, 2024(5): 1-11. [en chino]
- [4] Ministry of Ecology and Environment, Ministry of Foreign Affairs. Building a shared future for all life on Earth: China in action [EB/OL]. (2020-9-21) [2024-12-10]. [https://www.fmprc.gov.cn/web/zyxw/202009/t20200921\\_348510.shtml](https://www.fmprc.gov.cn/web/zyxw/202009/t20200921_348510.shtml). [en chino]
- [5] High-Level Segment of the 2020 UN Biodiversity Conference (Part One). Kunming Declaration: Ecological civilization—building a shared future for all life on Earth [EB/OL]. (2021-10-24) [2024-10-24]. [https://www.gov.cn/xinwen/2021-10/14/content\\_5642362.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2021-10/14/content_5642362.htm). [en chino]
- [6] United Nations Environment Programme. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework [EB/OL]. (2022-12-18) [2024-12-10]. <https://www.cbd.int/doc/c/e6d3/cd1d/daf663719a03902a9b116c34/cop-15-l-25-en.pdf>.
- [7] General Office of the CPC Central Committee, General Office of the State Council. Opinions on further strengthening biodiversity conservation [EB/OL]. (2021-10-14) [2024-12-10]. [https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/19/content\\_5643674.htm](https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/19/content_5643674.htm). [en chino]
- [8] Ministry of Ecology and Environment. China Biodiversity Conservation Strategy and Action Plan (2023-2030) [EB/OL]. (2024-1-18) [2024-12-10]. [https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202401/content\\_6926868.htm](https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202401/content_6926868.htm). [en chino]
- [9] LÜ Zhi. Conservación de la biodiversidad en China y el objetivo «30 by 30» [J]. Frontiers, 2022(4): 24-34. [en chino]
- [10] ZHAO Yi, ZHENG Jun, XU Chen, et al. Cuestiones clave en la preparación de planes maestros comarcales del espacio territorial [J]. Urban Planning Forum, 2022(2): 54-61. [en chino]
- [11] WANG Xinzhe, QIAN Hui, LIU Zhenyu. Posicionamiento de la planificación maestra comarcal del espacio territorial desde una perspectiva de gobernanza [J]. Urban Planning Forum, 2020(3): 65-72. [en chino]
- [12] General Office of the Ministry of Natural Resources. Guidelines for preparing municipal territorial spatial master plans [EB/OL]. (2020-8) [2024-12-10]. <https://m.mnr.gov.cn/gk/tzgg/202008/P020200820547720783027.pdf>. [en chino]
- [13] Yunlong County Natural Resources Bureau. Yunlong County Territorial Spatial Master Plan (2021-2035) [EB/OL]. (2023-4-24) [2025-1-13]. <http://www.ylx.gov.cn/ylxrmzf/c106966/202305/ac4a4c47e7684ca6b00ab692ab97c97f/files/e0b660fe6f104c59b0f65044e84af207.pdf>. [en chino]
- [14] Shouxian Natural Resources and Planning Bureau. Shouxian Territorial Spatial Master Plan (2021-2035) [EB/OL]. (2024-7-1) [2025-1-13]. <https://www.shouxian.gov.cn/public/118322767/1260264458.html>. [en chino]
- [15] Ministry of Construction. Notice on strengthening urban biodiversity conservation [EB/OL]. (2002-11-6) [2024-12-10]. <https://www.chinacourt.org/law/detail/2002/11/id/81262.shtml>. [en chino]
- [16] Ministry of Construction. Notice on issuing the Measures for Application and Evaluation of National Garden Cities and the Standards for National Garden Cities [EB/OL]. (2005-3-25) [2024-12-10]. <http://chla.com.cn/html/c106/2006-04/6210.html>. [en chino]
- [17] GAN Jing, WU Zhiqiang. Revisión y contramedidas de la investigación sobre planificación de la biodiversidad urbana [J]. Planners, 2018, 34(1): 87-91. [en chino]
- [18] General Office of the Ministry of Natural Resources. Guidelines for the evaluation of resource and environmental carrying capacity and territorial spatial development suitability (Trial) [EB/OL]. (2020-1-

- 19) [2024-12-10]. [https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-01/22/content\\_5471523.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-01/22/content_5471523.htm). [en chino]
- [19] GAN Jing. Factores de influencia y rutas de optimización de la biodiversidad en el entorno urbano construido [J]. *Urban Planning International*, 2018, 33(4): 67-73. [en chino]
- [20] SHA Ou, FANG Zhou, XIONG Yaoping. Estrategias de conservación de la biodiversidad bajo el sistema de planificación territorial: el caso de la conservación de aves [J]. *Planners*, 2022, 38(S1): 31-36. [en chino]
- [21] MOU Xuejie, RAO Sheng, ZHANG Xiao, et al. Evaluación de patrones prioritarios de conservación de la biodiversidad a nivel comarcal y optimización de sistemas de conservación: el caso de la ciudad de Wuyishan [J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2021, 37(6): 769-777. [en chino]
- [22] FEI Fan, WU Jie, LI Xiaohui, et al. Construcción y restauración de una red urbana de biodiversidad basada en el proceso «hábitat-migración» de especies indicadoras desde la perspectiva de la planificación territorial: estudio de caso de Guangzhou [C]//*Proceedings of the 2020/2021 Annual National Planning Conference and 2021 China Urban Planning Academic Season*, 2021. [en chino]
- [23] LONG Nao, HE Ge, FEI Fan, et al. Construcción de una red de conservación de la biodiversidad urbana en Guangzhou [J]. *Environmental Ecology*, 2023, 5(10): 75-80. [en chino]
- [24] LIU Yang, OU Xiaoyang, ZHENG Xi. Planificación de la conservación de la biodiversidad urbana que integra la estructura de espacios verdes y el análisis de conectividad funcional [J]. *Landscape Architecture*, 2022, 29(1): 26-33. [en chino]
- [25] XUE Fei, LANG Yuexi, CAO Yue, et al. Rewilding: práctica en espacios ecológicos urbanos de Berlín [J]. *Urban Planning Forum*, 2023(6): 79-86. [en chino]
- [26] CAI Zhuo, DING Meichen. Evaluación y ajuste multienfoque de líneas rojas de protección ecológica terrestre: el caso de Zhangzhou, provincia de Fujian [J]. *Planners*, 2021, 37(2): 28-33. [en chino]
- [27] GAO Mengwen, HU Yecui, LI Xiang, et al. Construcción de un patrón de seguridad ecológica en áreas montañosas kársticas basado en la importancia de los servicios ecosistémicos y la sensibilidad ambiental: el caso de Hechi, Guangxi [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2021, 41(7): 2596-2608. [en chino]
- [28] TAN Huaqing, ZHANG Jinting, ZHOU Xisheng. Construcción de un patrón de seguridad ecológica en Nanjing basado en el modelo de resistencia acumulada mínima [J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2020, 40(3): 282-288. [en chino]
- [29] WANG Hao, MA Xing, DU Yong. Construcción de un patrón de seguridad ecológica en la provincia de Guangdong basado en la importancia de los servicios ecosistémicos y la sensibilidad ecológica [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2021, 41(5): 1705-1715. [en chino]
- [30] LUO Qiaoling, MA Jie, ZHENG Zhenhua, et al. Exploración práctica de la evaluación de importancia de la conservación ecológica municipal y comarcal bajo la planificación territorial: el caso del distrito de Jiangxia, Wuhan [J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2022, 38(6): 97-102. [en chino]
- [31] QU Yi, LU Ming. Construcción de patrones de seguridad ecológica urbana desde la perspectiva de la conservación de la biodiversidad [J]. *Urban Development Studies*, 2017, 24(4): 134-137. [en chino]
- [32] GAN Jing, YAN Wentao. *Territorial Spatial Ecological Planning* [M]. Shanghai: Tongji University Press, 2024. [en chino]
- [33] AUSTIN M P, VAN NIEL K P. Improving species distribution models for climate change studies: variable selection and scale [R]. Wiley Online Library, 2011.
- [34] DUFLOT R, AVON C, ROCHE P, et al. Combining habitat suitability models and spatial graphs for more effective landscape conservation planning: an applied methodological framework and a species case study [J]. *Journal for Nature Conservation*, 2018, 46: 38-47.

- [35] Department of Natural Resources of Guangdong Province. Technical guidelines for evaluating resource and environmental carrying capacity and territorial spatial development suitability in Guangdong Province (Trial) [EB/OL]. (2020-12) [2024-12-10]. <https://nr.gd.gov.cn/attachment/0/408/408632/3162101.pdf>. [en chino]
- [36] MA Xing, WANG Hao, YU Wei, et al. Distribución y brechas de conservación de hotspots de diversidad de aves en la provincia de Guangdong basadas en el modelo MaxEnt [J]. Biodiversity Science, 2021, 29(8): 1097-1107. [en chino]
- [37] ZHANG Dou, QU Liping, ZHANG Jiehao. Construcción y optimización de patrones de seguridad ecológica desde la perspectiva de la oferta y demanda ecológicas: el caso del delta del Yangtsé [J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(20): 7525-7537. [en chino]
- [38] LIU Xiangling, GUO Jinping. Patrón de seguridad ecológica para la conservación de la biodiversidad en la ciudad de Lüliang [J]. Journal of Forest and Environment, 2021, 41(3): 290-297. [en chino]
- [39] YANG Kai, CAO Yingui, FENG Zhe, et al. Progreso de investigación sobre la construcción de patrones de seguridad ecológica basada en el modelo de resistencia acumulada mínima [J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2021, 37(5): 555-565. [en chino]
- [40] SUN Feng, ZHANG Jinhe, WANG Peijia, et al. Construcción y evaluación de patrones de seguridad ecológica urbana: estudio de caso del área urbana de Suzhou [J]. Geographical Research, 2021, 40(9): 2476-2493. [en chino]
- [41] PENG J, YANG Y, LIU Y, et al. Linking ecosystem services and circuit theory to identify ecological security patterns [J]. Science of the Total Environment, 2018, 644: 781-790.
- [42] LIU Jiping, LÜ Xianguo, YANG Qing, et al. Diseño de patrones de seguridad ecológica de humedales en la llanura nororiental de Sanjiang [J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(3): 1083-1090. [en chino]
- [43] ZHAN Longsheng, CHEN Kexin, LI Qianqian, et al. Conservación y restauración ecológica en la planificación territorial: el caso de Weihai, provincia de Shandong [J]. Intelligent City, 2021, 7(11): 107-112. [en chino]
- [44] SYNES N W, PONCHON A, PALMER S C, et al. Prioritising conservation actions for biodiversity: lessening the impact from habitat fragmentation and climate change [J]. Biological Conservation, 2020, 252: 108819.
- [45] WU Zhilong, YANG Jiyu, XIE Hualin. Construcción y restauración optimizada de patrones de seguridad ecológica en áreas meridionales de colinas y montañas: el caso de la ciudad de Ruijin [J]. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(10): 3998-4010. [en chino]
- [46] ZHANG Xiao, MOU Xuejie, WANG Xiahui, et al. Zonificación para la restauración ecológica territorial: el caso de la isla de Hainan [J]. Ecological Economy, 2021, 37(2): 183-189. [en chino]
- [47] Yunlong County People's Government. Overview of Yunlong [EB/OL]. (2024-11-19) [2024-12-10]. <http://www.ylx.gov.cn/ylxrmzf/c102587/zjyl.shtml>. [en chino]
- [48] PHILLIPS S J, ANDERSON R P, SCHAPIRE R E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions [J]. Ecological Modelling, 2006, 190(3-4): 231-259.
- [49] LUO Qiqi, HU Huijian, XU Zhengchun, et al. Hotspots de diversidad de aves acuáticas en la Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao basados en el modelo MaxEnt [J]. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(19): 7589-7598. [en chino]
- [50] SHEN L, WANG W, QI Y, et al. Habitat suitability for the Yunnan snub-nosed monkey *Rhinopithecus bieti* (Milne-Edwards, 1897) (Primates: Cercopithecidae) based on the MaxEnt model [J]. Acta Zoologica Bulgarica, 2023, 75(3).

- [51] ZHANG G, ZHU A-X, HE Y-C, et al. Integrating multi-source data for wildlife habitat mapping: a case study of the black-and-white snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*) in Yunnan, China [J]. *Ecological Indicators*, 2020, 118: 106735.
- [52] WANG M, GAN J, GUO G, et al. Identifying conservation gap in biodiversity hotspot area: single flagship species or multi-species? [J]. *Journal for Nature Conservation*, 2025, 75: 1-12.
- [53] Institute of Zoology, Guangdong Academy of Sciences. Public registration of key technology achievements in intelligent terrestrial wildlife survey and monitoring [EB/OL]. (2022-8-5) [2024-12-10]. <http://www.giabr.gd.cn/xxgk/tzgg/t6412.html>. [en chino]
- [54] PENG Jian, ZHAO Huijuan, LIU Yanxu, et al. Avances y perspectivas de investigación en la construcción de patrones regionales de seguridad ecológica [J]. *Geographical Research*, 2017, 36(3): 407-419. [en chino]  
Revisado: junio de 2025.

Traducción asistida por IA