



*Al servicio
de las personas
y las naciones*



SIRAP
Sistema Regional
de Areas Protegidas



GUÍA DE PROCEDIMIENTOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO ECOLÓGICO-TERRITORIAL DE UN PAISAJE DE CONSERVACIÓN

Un ejemplo aplicado a los bosques templados fragmentados del sur de Chile

SEPTIEMBRE 2013

Responsable técnico: Fernando Aizman¹.

Colaboradores textos y procedimientos: Inao Vásquez², Ignacio Díaz², Horacio Samaniego²

¹ Proyecto GEF SIRAP.

² Laboratorio de Ecoinformática, Universidad Austral de Chile.

Cita de este documento: Guía de procedimientos básicos para el diseño ecológico-territorial de un paisaje de conservación. Proyecto GEF SIRAP 2013.

CONTEXTO DE LA GUÍA

Los esfuerzos por conservar la biodiversidad requieren de un marco de planificación territorial integral capaz de traspasar los límites de las áreas protegidas, poniendo en el centro de la gestión, las complejas relaciones que establecen en áreas de alto valor las personas, las actividades productivas y la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Este marco de planificación permite llenar vacíos importantes en ecosistemas que difícilmente podrán ser representados por el actual Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado, pero lo que es más importante; vincula a los actores del territorio en un proceso de desarrollo que integra la protección de la biodiversidad con las necesidades individuales y colectivas actuales y futuras, dando consistencia y sostenibilidad a todo esfuerzo de protección en el tiempo.

Desde un punto de vista de la biota, el territorio fuera de las áreas protegidas se presenta como un mosaico de condiciones naturales, seminaturales y artificiales, transformado históricamente por actividades humanas, lo que determina ciertos tipos de amenazas y la disponibilidad real de hábitat para las especies (tanto en cantidad, calidad como en su distribución). En este escenario, será fundamental identificar y delimitar espacios del territorio con características naturales y seminaturales, que por su tamaño y estado de conservación, ofrezca hábitat suficiente para mantener poblaciones viables de especies, e implementar en dicho espacio, un modelo de gestión territorial compartido, basado en las necesidades e intereses del conjunto de actores que habita el territorio y en la protección de la biodiversidad.

El Proyecto GEF Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP) del Ministerio del Medio Ambiente, con el objetivo de mejorar la representatividad y descentralizar la gestión de las áreas protegidas, propone una categoría de área protegida denominada **Paisaje de Conservación**, utilizando como referencia la categoría V “Paisaje terrestre/marino protegido” propuesta por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la cual tiene por objetivo *“Proteger y mantener paisajes terrestres/marinos importantes y la conservación de la naturaleza asociada a ellos, así como otros valores creados por las interacciones con los seres humanos mediante prácticas de manejo tradicionales”*.

Esta categoría de área protegida UICN, ha demostrado ser aplicable y apropiada en distintos países de Europa, América del Norte y América Latina¹, debido principalmente a que integra en su planificación y gestión, la conservación de la biodiversidad y las necesidades de las personas, y ha sido desarrollada en diversos regímenes de propiedad de la tierra.

La definición objetivo de Paisaje de Conservación (PC) que propone el proyecto SIRAP se fundamenta en la categoría V UICN y utiliza como referencia, la experiencia del equipo del proyecto y la de un conjunto diverso de actores, en la implementación del Paisaje de Conservación Valle Río San Pedro, ubicado en las Comunas de Los Lagos y Máfil, de la Región de los Ríos.

¹ Brown, Jessica, Mitchell, Nora and Beresford, Michael (Eds.) (2004). The Protected Landscape Approach: Linking Nature, Culture and Community

Definición objetivo del Paisaje de Conservación:

Territorio que posee un patrimonio natural y valores culturales y paisajísticos asociados de especial interés regional o nacional para su conservación, delimitado geográficamente incorporando propiedad pública o privada, y gestionado a través de un acuerdo de adhesión voluntaria entre los actores locales, en el cual se establecen objetivos explícitos para implementar una estrategia consensuada y efectiva de conservación y desarrollo, por medio de actividades que se fundamentan en la protección y puesta en valor del patrimonio, en la vulnerabilidad de este y en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Los objetivos más importantes de un Paisaje de Conservación, elaborado en base a UICN (1994) y aportes del proyecto SIRAP, son:

- Promover la recuperación y protección de los ecosistemas, la biodiversidad y el patrimonio cultural asociado.
- Asegurar la conservación de poblaciones viables de especies focales amenazadas por procesos de degradación y fragmentación.
- Favorecer la asociatividad y las relaciones de colaboración entre los habitantes, autoridades locales y grupos de interés presentes en el territorio.
- Aportar beneficios a las comunidades locales y contribuir a su calidad de vida.
- Adecuar y/o regular aquellas prácticas productivas de carácter y/o magnitud inadecuados con los las estructuras del paisaje o valores de interés del territorio.
- Promover aquellas prácticas que integren la biodiversidad en los sistemas productivos y aquellas actividades que no perjudican los valores de interés del territorio.

Objetivo de la Guía

Proporcionar criterios, un método y herramientas SIG, que permitan delimitar ecológicamente el espacio geográfico para implementar un Paisaje de Conservación (acciones de conservación y un modelo de gestión territorial, en función de las características socioculturales, productivas y político administrativas).

Sin lugar a dudas la integración de nuevos criterios y herramientas para la delimitación territorial (o sus ajustes), serán un aporte significativo en esta área pionera de la conservación y el desarrollo en áreas de alto valor, tanto para el consenso como para la búsqueda de aliados que promuevan nuevos paisajes de conservación en el país.

PRESENTACIÓN

Esta guía pretende apoyar procesos de planificación que permitan identificar **dónde** necesitamos implementar acciones para mejorar el estado de conservación de la vida silvestre en un Paisaje de Conservación. Se presenta un flujo secuencial de procedimientos y un set de herramientas prácticas que permitirán dar un enfoque espacial a las acciones de conservación. El procedimiento requerirá reunir información base del área, de los requisitos y ecología de las especies, caracterizar dónde y cómo se ubican los elementos de los ecosistemas en el espacio, lo que finalmente, permitirá identificar áreas claves en donde implementar actividades de conservación.

El proceso sujeto a esta guía podrá ser desarrollado por un organismo público nacional o local, y/o una organización privada, familiarizada con procesos de planificación para la conservación de biodiversidad. Para una adecuada comprensión de los procedimientos y de las herramientas prácticas es necesario que el lector posea conocimiento previo sobre sistemas de información geográfica (SIG), y un manejo avanzado de algún software de geoprocetamiento como *ArcGis*, *GRASS* o *Quantum GIS*, experiencia que puede ser adquirida en cursos de formación universitaria o profesional. A su vez conocimiento sobre ecología del paisaje, será muy útil para comprender la base teórica que sustenta la metodología presentada en la guía. Si fuera necesario una familiarización con el enfoque y terminología recomendamos complementar la revisión de la guía con textos introductorios a la disciplina (Turner *et al* 2001, Gergel & Turner 2002, Gutzwiller 2002, Fahrig 2003, Grez *et al* 2006)². Al final de la guía, incluimos un Glosario donde se entrega una definición de los conceptos más utilizados en el texto.

Previo a iniciar el proceso de análisis presentado en esta guía, es fundamental se cuente con una estrategia de conservación en donde se definan claramente propósitos, objetivos y metas. La elaboración de dicha estrategia debe basarse en una acabada comprensión de las causas y consecuencias de los problemas de conservación, así como una referencia lo más cercana al estado de los ecosistemas previo a la intervención humana. De este proceso debe emerger la necesidad de enfoque a escala de paisaje para abordar las metas de conservación.

De esta forma, el análisis a escala de paisaje se inserta como una etapa dentro de un ciclo continuo y adaptativo, en conjunto con la implementación de las actividades de conservación y el monitoreo del progreso de las metas (Figura 1.1). Este esquema de trabajo es una visión resumida, para una información completa y detallada sobre la elaboración de planes de conservación puede consultar Atkinson *et al* (2004) y IUCN/SSC (2008)³.

² Grez, AA, JA Simonetti, and RO Bustamante. (2006) "Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas. Editorial Universitaria." Santiago.

²Gergel, S. E., & Turner, M. G. (Eds.). (2002). *Learning landscape ecology: a practical guide to concepts and techniques*. Springer.

²Fahrig L. (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487-515.

²Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. Springer.

²Gutzwiller, K. J. (Ed.). (2002). *Applying landscape ecology in biological conservation*. Springer.

³ Atkinson, A. J., P. C. Trenham, R. N. Fisher, S. A. Hathaway, B. S. Johnson, S. G. Torres, and Y. C. Moore. 2004. Designing monitoring programs in an adaptive management context for regional multiple species conservation plans. U.S. Geological Survey Technical Report. USGS Western Ecological Research Center, Sacramento, CA. 69 pages.

³IUCN/SSC. 2008. *Strategic Planning for Species Conservation: A Handbook*. Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission. 104 pp

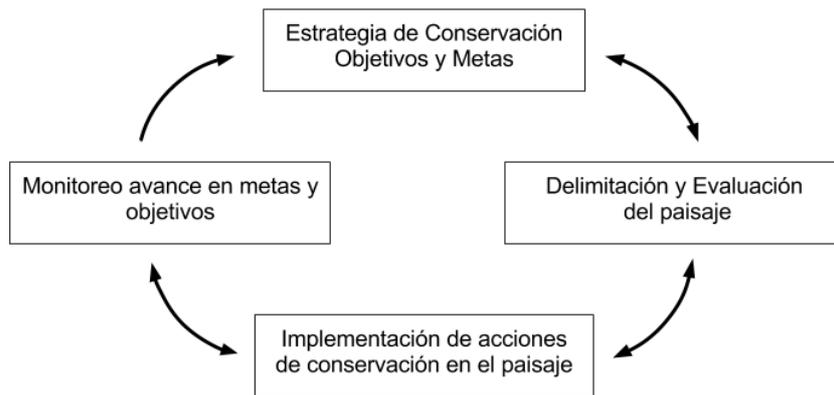


Figura 1.1 Esquema general de un programa de conservación a escala de paisaje. Comprende al menos cuatro etapas insertas en un ciclo adaptativo: Estrategia de conservación (definición de objetivos y metas), Delimitación y evaluación del paisaje, Implementación de acciones de conservación, y Monitoreo.

Esta guía se centra en el desarrollo de la etapa de **Delimitación territorial y evaluación del paisaje**, comprendiendo un flujo de trabajo de siete pasos secuenciales (Figura 1.2). El adecuado desarrollo de esta etapa, nos proveerá bases para fundamentar y diseñar la implementación de un paisaje de conservación.

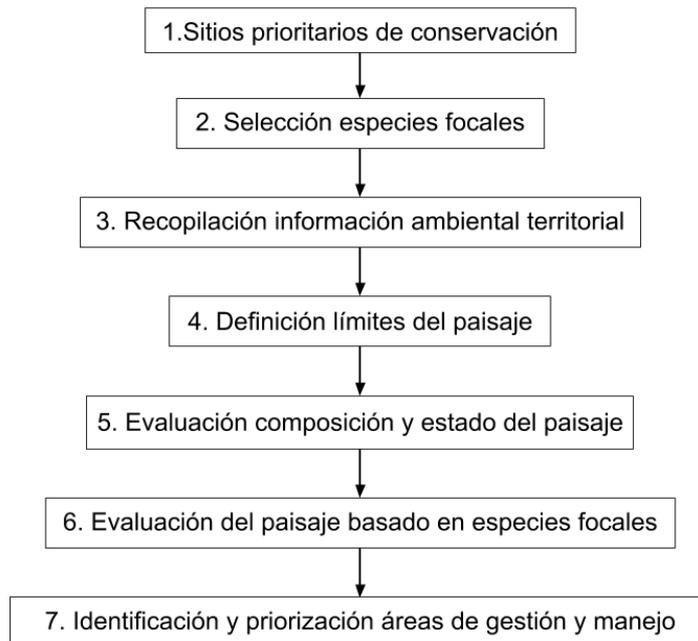


Figura 1.2 Flujo de trabajo de la guía para la delimitación ecológica y evaluación de un paisaje de conservación. Comprende siete pasos secuenciales: 1) Localización de áreas prioritarias de conservación. 2) Selección de especies focales. 3) Compilación de información ambiental territorial. 4) Delimitación del paisaje de conservación. 5) Evaluación de la composición y el estado del paisaje.

- 6) Evaluación en función de los requisitos de hábitat y restricciones de desplazamiento de especies focales.
- 7) Identificación y priorización de áreas de gestión y manejo para la conservación.

PASO 1 Localización de sitios prioritarios de conservación a escala regional

La ubicación del lugar donde se pretende implementar un paisaje de conservación, probablemente ya esté predefinido. Este paso se vincula directamente con la elaboración de la estrategia de conservación. Al proponer una nueva área de conservación en una región se debe considerar estudios y ejercicios existentes sobre priorización y selección de sitios de conservación a escala regional y global. Se debe considerar particularmente la distribución de especies amenazadas, la ubicación y degradación de las ecorregiones, hotspots y/o sitios críticos que cruzarán potencialmente el área de interés. También se deben considerar los esfuerzos existentes para mitigar o potenciar la conservación en el área, de modo tal de identificar los vacíos de conservación en la región y priorizar aquellos ecosistemas y ambientes silvestres con insuficiente representación en el actual sistema de áreas protegidas. En los casos en que no se tenga una predefinición de la ubicación de una nueva área protegida, considere entonces sólo aspectos regionales o globales⁴⁵⁶.

En la perspectiva de planificación para la conservación, la definición de la ubicación de una nueva área de conservación en una región, involucra las siguientes etapas⁷:

1. Identificar objetos de conservación
2. Recoger información e identificar vacíos de información
3. Establecer metas de conservación
4. Evaluar persistencia de los objetos de conservación
5. Evaluar áreas de conservación existentes, análisis de vacíos de conservación
6. Utilizar métodos y algoritmos de selección de sitios
7. Identificar las áreas de conservación prioritarias

PASO 2 Selección de especies focales

La aproximación metodológica de esta guía se basa en la utilización de especies focales como sustitutos de conservación. Dado que la biodiversidad como tal, resulta de suma complejidad definir y medir precisamente (en sus niveles taxonómico, estructural y funcional), un sustituto de conservación es una especie u otro objeto que se utiliza para representar a otras especies o aspectos de los ecosistemas que son de interés para la conservación. Utilizaremos este enfoque para evaluar desde una perspectiva funcional si la configuración espacial de un paisaje de conservación satisface los requerimientos de especies focales.

Si consideramos al bosque nativo y su biodiversidad asociada como nuestro objeto de conservación, como sustitutos seleccionaremos especies focales sensibles a la degradación de este ambiente, especies que serían

⁴ Tognelli, Marcelo F. "Assessing the utility of indicator groups for the conservation of South American terrestrial mammals." *Biological Conservation* 121.3 (2005): 409-417.

⁵ Squeo, Francisco A, Gina Arancio, and Julio R Gutiérrez. *Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama*. La Serena: Ediciones Universidad de La Serena, 2008.

⁶ 2013. El hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación http://www.academia.edu/2689621/El_hotspot_chileno_prioridad_mundial_para_la_conservacion.

⁷ Groves, C. R., Jensen, D. B., Valutis, L. L., Redford, K. H., Shaffer, M. L., Scott, J. M., ... & Anderson, M. G. (2002). Planning for biodiversity conservation: putting conservation science into practice. *BioScience*, 52(6), 499-512.

seriamente afectadas por el aumento de la fragmentación y pérdida del bosque nativo. Además, las especies focales que seleccionemos serán además especies “paragua”. Esta denominación hace alusión a que las potenciales iniciativas de protección para esta especie tendrían un efecto sobre otras especies de manera análoga a la protección que ofrece un paragua para todos los objetos que se ubican por debajo de él. Así, las iniciativas focalizadas hacia especies paragua permiten la conservación de otras especies y del ecosistema que éstas habitan.

Las especies focales deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Su hábitat está restringido al bosque nativo (u otro ecosistema silvestre objetivo)
- Requieren un área grande para satisfacer sus necesidades ecológicas
- Tienen limitada capacidad de dispersión en el paisaje
- Están amenazados por prácticas humanas de uso de recursos
- Se posee suficiente conocimiento científico sobre su ecología, requisitos de hábitat y capacidad de movimiento en el paisaje

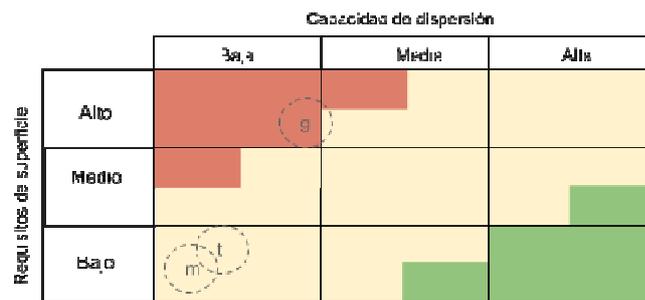


Figura 2.1 Esquema de clasificación de especies focales en función de su capacidad de dispersión y sus requisitos en superficie de hábitat. Se ejemplifica el esquema en función de las especies focales utilizadas en esta guía, g) gato guiña, t) Chucao y Hued-Hued tapaculos, y m) Monito del monte. La capacidad de dispersión se basó en los umbrales máximos de dispersión en ambientes abiertos y praderas.

Dado que es difícil que una sola especie cumpla con todos los requisitos, podemos considerar un conjunto complementario de especies focales. Idealmente nuestro conjunto de especies focales debiera depender de la heterogeneidad de los ambientes silvestres presentes en nuestra área de interés, de modo que su conservación implique la protección de mayor parte de los tipos de ambientes de nuestra área de interés.

Para los bosques templados del sur de Chile, las aves chucao y hued-hued tapaculos, el carnívoro gato guiña y el micromamífero monito del monte son buenas especies focales para planes de conservación a escala de paisaje, puesto que cumplen con los requisitos ecológicos anteriormente descritos, y a que existe un nivel de conocimiento acumulado sobre ellas que permite establecer lineamientos y un marco práctico para evaluaciones a escala de paisaje.

El conocimiento sobre las especies en particular se refiere a estimaciones avaladas por la comunidad científica acerca de su hábitat, desplazamientos y tamaños de rangos de hogar, tanto en paisajes naturales como antropogenizados. Lamentablemente a la fecha desconocemos con suficiente detalle estos aspectos para una mayoría de especies chilenas, lo que restringe la disponibilidad de especies focales que se podría seleccionar.



Foto: Rodrigo Díaz C.

Chucaco y Hued Hued Tapaculos *Scelorchilus rubecula* y *Pteroptochos tarnii*

Los tapaculos chucaco y hued hued son aves diurnas que habitan los bosques templados del sur de Chile hasta los 1500 m de altitud. Su hábitat está restringido al bosque nativo, especializándose en el sotobosque. Se desplazan mayoritariamente a nivel del suelo o bien a baja altura, capturando invertebrados entre la hojarasca y el follaje. Estas aves tienen una gran aversión a dejar la cobertura del bosque y atravesar campos abiertos. En plantaciones

forestales su capacidad de desplazamiento es un poco mayor, aunque depende de la disponibilidad de un sotobosque denso y abundante. Son aves muy territoriales, por lo que el movimiento en el paisaje es crítico, pues requieren suficiente conectividad para que los juveniles puedan abandonar los territorios de sus padres. Son consideradas las especies de aves más sensibles a la fragmentación de los bosques en la ecorregión del Bosque Lluvioso Templado. Dada la mayor limitación de movimiento del chucaco, y los mayores requerimientos de superficie del hued hued, los requisitos conjuntos de ambas especies los convierten en buenas especies focales para planes de conservación a escala de paisaje. La principal amenaza a su conservación, es la destrucción y fragmentación de su hábitat boscoso, causado por el reemplazo del bosque nativo por otros usos como plantaciones forestales, urbanización y praderas agrícolas.

Referencias:

- Castellón, T. D., and K. E. Sieving. 2006. An Experimental Test of Matrix Permeability and Corridor Use by an Endemic Understory Bird. *Conservation Biology* **20**:135–145.
- Castellón, T., and K. E. Sieving. 2007. Patch Network Criteria for Dispersal-limited Endemic Birds of South American Temperate Rain Forest. *Ecological Applications* **17**:2152–2163.
- Castellón, T., and K. E. Sieving. 2012. Can Focal Species Planning for Landscape Connectivity Meet the Needs of South American Temperate Rainforest Endemics? *Natural Areas Journal* **32**:316–324.
- Correa, A., and J. A. Figueroa. 2001. Observaciones sobre la reproducción de tres rhinocriptidos del bosque templado de Chiloé, Chile. *Boletín Chileno de Ornitología* **8**:18–21.
- De Santo, T. L., M. F. Willson, K. E. Sieving, and J. J. Armesto. 2002. Nesting Biology of Tapaculos (Rhinocryptidae) in Fragmented South-Temperate rainforests of Chile. *The Condor* **104**:482–495.
- Sieving, K. E., M. F. Willson, and T. L. De Santo. 1996. Habitat Barriers to Movement of Understory Birds in Fragmented South-Temperate Rainforest. *The Auk* **113**:944–949.
- Sieving, K. E., M. F. Willson, and T. L. De Santo. 2000. Defining Corridor Functions for Endemic Birds in Fragmented South-Temperate Rainforest. *Conservation Biology* **14**:1120–1132.
- Tomasevic, J. a., and C. F. Estades. 2008. Effects of the structure of pine plantations on their “softness” as barriers for ground-dwelling forest birds in south-central Chile. *Forest Ecology and Management* **255**:810–816.
- Vergara, P. M., and J. a. Simonetti. 2006. Abundance and Movement of Understory Birds in a Maulino Forest Fragmented by Pine Plantations. *Biodiversity and Conservation* **15**:3937–3947.
- Willson, M. F. 2006. Chucaos in Chiloé. *Boletín Chileno de Ornitología* **12**:40–44.
- Willson, M. F., J. L. Morrison, K. E. Sieving, T. L. D. E. Santo, L. Santisteban, and I. Díaz. 2001. Patterns of Predation Risk and Survival of Bird Nests in a Chilean Agricultural Landscape **15**:447–456.
- Willson, M. F., and G. W. Pendleton. 2008. Survival of Chucaos (*Scelorchilus rubecula*) in Rainforest Fragments on Isla Chiloé, Chile. *Boletín Chileno*



Foto: Eduardo Silva

Gato guiña *Leopardus guigna*

El gato guiña es un carnívoro solitario, territorial, de hábitos nocturnos. Se asocia al bosque templado en los andes y en la costa, particularmente en el bosque valdiviano hasta los 2500 m de altitud. El gato guiña tiene una marcada preferencia de hábitat por ambientes de bosque y matorral nativo, a diferencia de otros carnívoros como los zorros, el puma y el quique, que también tienen la capacidad de ocupar plantaciones forestales. El gato guiña es reticente a atravesar ambientes abiertos como praderas y cultivos agrícolas, requiriendo corredores de

vegetación nativa para desplazarse entre parches muy distantes. Es capaz de trasladarse por plantaciones forestales cuando existe abundante sotobosque. La principal amenaza a su conservación es la destrucción y fragmentación de su hábitat. En zonas rurales, es además perseguido y se da muerte a individuos que cazan aves domésticas.

Referencias:

- Acosta-jamett, G., & Simonetti, J. A. (2004). Habitat use by *Oncifelis guigna* and *Pseudalopex culpaeus* in a fragmented forest landscape in central Chile. *Biodiversity and Conservation*, 13, 1135–1151.
- Acosta-jamett, G., Simonetti, J. A., Bustamante, R. O., & Dunstone, N. (2003). Metapopulation approach to assess survival of *oncifelis guigna* in fragmented forests of central Chile: A theoretical model. *Mastozoología Neotropical*, 10(2), 217–229.
- Dunstone, N., Durbin, L., Wyllie, I., Freer, R., Jamett, G. A., Mazzolli, M., & Rose, S. (2002). Spatial organization, ranging behaviour and habitat use of the kodkod (*Oncifelis guigna*) in southern Chile. *Journal of Zoology*, 257(1), 1–11.
- Freer, R. A. (2004). *The Spatial Ecology of the Güiña (Oncifelis guigna) in Southern Chile*. University of Durham, UK.
- Gálvez, N., Hernández, F., Laker, J., Gilbert, H., Petitpas, R., Bonacic, C., ... Macdonald, D. W. (2013). Forest cover outside protected areas plays an important role in the conservation of the vulnerable *guiña* *Leopardus guigna*. *Oryx*, 47(02), 251–258.
- Guerrero, C., Espinoza, L., Niemeyer, H. M., & Simonetti, J. A. (2006). Using fecal profiles of bile acids to assess habitat use by threatened carnivores in the Maulino forest of central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79, 89–95.
- Hernández, F. (2010). *Antecedentes de Historia Natural, ocupación y percepción social de Leopardus guigna en un ambiente fragmentado*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Sanderson, J., Sunquist, M., & Iriarte, A. (2002). Natural History and Landscape-use of Guignas (*Oncifelis guigna*) on Isla Grande de Chiloé, Chile. *Journal of Mammalogy*, 83(2), 608–613.



Foto: Andrés Charrier

Monito del monte *Dromiciops gliroides*

El monito del monte es un marsupial de hábitos arborícolas y nocturnos. Su dieta es omnívora, cumpliendo un importante servicio ecosistémico de dispersión de semillas de varias especies de plantas nativas. Está asociado a los bosques templados hasta los 1800 m de altitud. Dentro de su distribución, el monito del monte puede ocupar una amplia variedad de bosques, tanto maduros como secundarios. Sin embargo, ha mostrado una fuerte dependencia a la existencia de un sotobosque denso y abundante con baja alteración. Es incapaz de

desplazarse por praderas y áreas desprovistas de vegetación. Podría atravesar plantaciones forestales en cortos tramos, siempre y cuando contengan abundante sotobosque. En ambientes fragmentados utiliza corredores de vegetación nativa para trasladarse entre parches de bosque. La principal amenaza a su conservación es la destrucción y fragmentación de su hábitat.

Referencias:

Celis-Diez, J. L., J. Hetz, P. A. Marín-Vial, G. Fuster, P. Necochea, R. A. Vásquez, F. M. Jaksic, and J. J. Armesto. 2012. Population abundance, natural history, and habitat use by the arboreal marsupial *Dromiciops gliroides* in rural Chiloé Island, Chile. *Journal of Mammalogy* **93**:134–148.

Fontúrbel, F. E., M. Franco, M. a Rodríguez-Cabal, M. D. Rivarola, and G. C. Amico. 2012. Ecological consistency across space: a synthesis of the ecological aspects of *Dromiciops gliroides* in Argentina and Chile. *Die Naturwissenschaften* **99**:873–81.

Fontúrbel, F. E., and J. E. Jiménez. 2011. Environmental and ecological architects : Guidelines for the Chilean temperate rainforest management derived from the monito del monte (*Dromiciops gliroides*) conser vation. *Revista chilena de historia natural* **84**:203–211.

Fontúrbel, F. E., E. a. Silva-Rodríguez, N. H. Cárdenas, and J. E. Jiménez. 2010. Spatial ecology of monito del monte (*Dromiciops gliroides*) in a fragmented landscape of southern Chile. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde* **75**:1–9.

PASO 3 Recopilación de información ambiental territorial

Es fundamental reunir insumos base sobre nuestra área de interés. Debemos obtener y generar coberturas cartográficas sobre el uso de suelo y la ubicación de los ecosistemas silvestres asociados a las especies focales definidas en el Paso 2.

Como un conjunto básico de información, debemos disponer de las siguientes coberturas cartográficas digitales:

- Cobertura de uso del suelo
- Red hidrográfica
- Modelo Digital de Elevación o Isolíneas de altitud
- Red de caminos
- Centros poblados

Uno de los insumos más relevantes consistirá en la cobertura de uso de suelo. Es necesario que esta cobertura posea un grado de detalle suficiente para visualizar todos los elementos o estructuras del paisaje que sean de interés para los objetos de planificación (especies focales). Se recomienda utilizar una cobertura de uso de suelo proveniente de una clasificación de imágenes con tamaño de pixel no mayor a 10 m, con una escala cartográfica entre 1:5.000 a 1:15.000. En el caso se disponga de coberturas de uso de menor resolución, es muy probable que la cartografía no incluya elementos del paisaje de menor superficie como hileras de árboles o parches de hábitat de pequeña superficie (i.e. de 1 hectárea o menos). En estos casos se puede proceder a mejorar la cartografía digitalizando aquellos elementos del paisaje manualmente, basándose en imágenes satelitales de alta resolución (ver tutorial digitalización SIRAP⁸).

En lo posible nuestras coberturas deben abarcar dentro y más allá del área inicial de interés. Para efecto de los análisis subsiguientes será necesario sintetizar y unificar la cobertura de uso de suelo, reduciendo las clases de uso a un subconjunto mínimo. El flujo de procedimientos de esta guía funcionará adecuadamente con coberturas que contengan como máximo las siguientes clases:

1. Bosques y renovales
2. Praderas y sin cobertura vegetal

⁸ <https://www.dropbox.com/sh/qigrfatwhxk4lnh/NFfjTdfBYv>

3. Plantaciones forestales
4. Cuerpos de agua

Se generalizarán las clases de coberturas desde la perspectiva de uso por nuestras especies focales seleccionadas. Básicamente en el paisaje distinguiremos tres tipos de clases de cobertura: **Hábitat, Matriz y Barreras**.

- Bosque y Renovales corresponden a clases de uso como hábitat para nuestras especies.
- Praderas y Plantaciones Forestales corresponden a dos tipos de matrices con distinto grado de permeabilidad.
- Mientras que los cuerpos de agua corresponden a barreras, clases por las cuales nuestras especies no pueden desplazarse o bien tienen una movilidad muy limitada.

Esta reclasificación de las clases de uso de suelo puede ser distinta a la propuesta en esta guía, dependiendo de las especies focales seleccionadas, de su ecología, tipo de hábitat utilizado y capacidad de desplazamiento en el paisaje.

Dos consideraciones importantes respecto al procesamiento de los insumos mencionados:

(a) Debido a la alta frecuencia de cambios que presentan los territorios sometidos a presiones antrópicas, se recomienda verificar y actualizar las coberturas digitales de trabajo, basándose en imágenes de alta resolución del área (como las disponibles de forma abierta en Google Maps, Bing entre otros) y su conocimiento del área.

(b) El listado básico de insumos cartográfico indicado arriba se debe complementar con otro tipo de coberturas pertinentes, dependiendo de las características del área de interés y de las especies focales seleccionadas. Toda información espacial sobre la distribución de hábitats y recursos para las especies será útil, así como mapas que representen la utilización humana del territorio. Puede obtener la ubicación de determinada característica de hábitat, o bien la ubicación de actividades productivas puntuales, áreas de extracción de leña, zonas de caza, u otra información espacial que pueda influir sobre la biodiversidad dentro de nuestra área de interés.

Los siguientes pasos metodológicos se desarrollarán considerando como **paisaje ejemplo**, parte del territorio abarcado por el “Paisaje de Conservación Valle Río San Pedro⁹”, puesto en marcha desde el año 2008 por el proyecto GEF-SIRAP (Figura 3.1). Un paquete de herramientas, así como coberturas cartográficas digitales del paisaje de ejemplo, es el material de apoyo de esta guía, el que se puede descargar en la siguiente ubicación:

Descarga herramientas: <https://www.dropbox.com/sh/qigrfatwhxk4lnh/NFjTdfBYv>

⁹ <http://www.valleriosanpedro.cl/>



Figura 3.1. Ubicación del área de ejemplo. XIV Región de los Ríos, Chile.

PASO 4 Delimitar el paisaje de conservación

El siguiente paso es determinar la extensión y los límites de nuestro paisaje de trabajo en nuestra área de interés. Dependiendo de los objetivos de la estrategia de conservación, la delimitación de un paisaje puede abordarse desde distintas aproximaciones. Uno de los enfoques más utilizados es el uso de los límites de cuencas hidrográficas, considerando cada cuenca como una unidad de paisaje¹⁰ (Figura 4.1). Otra opción es considerar los límites de ecosistemas o hábitats, lo que generalmente se basa en la extensión de unidades topográficas o de formaciones vegetacionales (Figura 4.1). También podemos delimitar nuestro paisaje de trabajo en función de nuestra capacidad de gestión y manejo. Por ejemplo, es posible que sólo tengamos la capacidad de gestionar, en términos de fondos o posibilidades de gestión real, los terrenos circunscritos a una provincia o una comuna, o incluso sólo al interior de un predio¹¹.

Sin embargo, las aproximaciones anteriores pueden resultar cuestionables, pues muchas veces no existe forma sencilla de definir los límites de un ecosistema. Por otro lado, si bien las cuencas hidrográficas son unidades físicas asociadas a importantes procesos ecosistémicos, no necesariamente reflejan los límites de percepción del paisaje por las especies¹². Por otro lado, la utilización de límites administrativos difícilmente podrá conciliar aspectos científicos relevantes para la historia natural y social de los objetos de conservación dentro de nuestra área de interés.

Una opción alternativa es delimitar nuestro paisaje tomando una perspectiva poblacional para nuestras especies focales. En este enfoque, las mayores barreras al desplazamiento de los individuos serán la base para definir los límites del paisaje. Para una mayoría de organismos terrestres los grandes cuerpos de agua, como

¹⁰ Kraft, S. E. & Penberthy, J. (2000) Conservation policy for the future: what lessons have we learned from watershed planning and research? *Journal of Soil and Water Conservation*, 55, pp. 327–333. Randhir, T. O., O'Connor, R., Penner, P. R. & Goodwin, D. W. (2001) A watershed-based land prioritization model for water supply protection, *Forest Ecology and Management*, 143, pp. 47–56.

¹¹ Wilson, Kerrie A, Emma C Underwood, Scott A Morrison, et al. 2007. Conserving biodiversity efficiently: what to do, where, and when. *PLoS Biology* 5, no. 9: e223.

¹² WCS 2001. Living Landscapes. Bulletin 1.

lagos y ríos, y eventualmente carreteras y caminos, son barreras que impiden el libre desplazamiento de individuos (y por tanto de su material genético), particularmente en animales pequeños y medianos (Figura 4.3). Dependiendo de las características ecológicas de nuestras especies focales, las barreras pueden ser de distinta naturaleza.

Para el desarrollo de las siguientes etapas de de la guía se escogerá como paisaje de ejemplo el área que queda delimitada por el río San Pedro y Lago Riñihue en el norte, y en el sur por el Río Quinchilca, lo que corresponde al área 1 (rojizo) en la Figura 4.1.

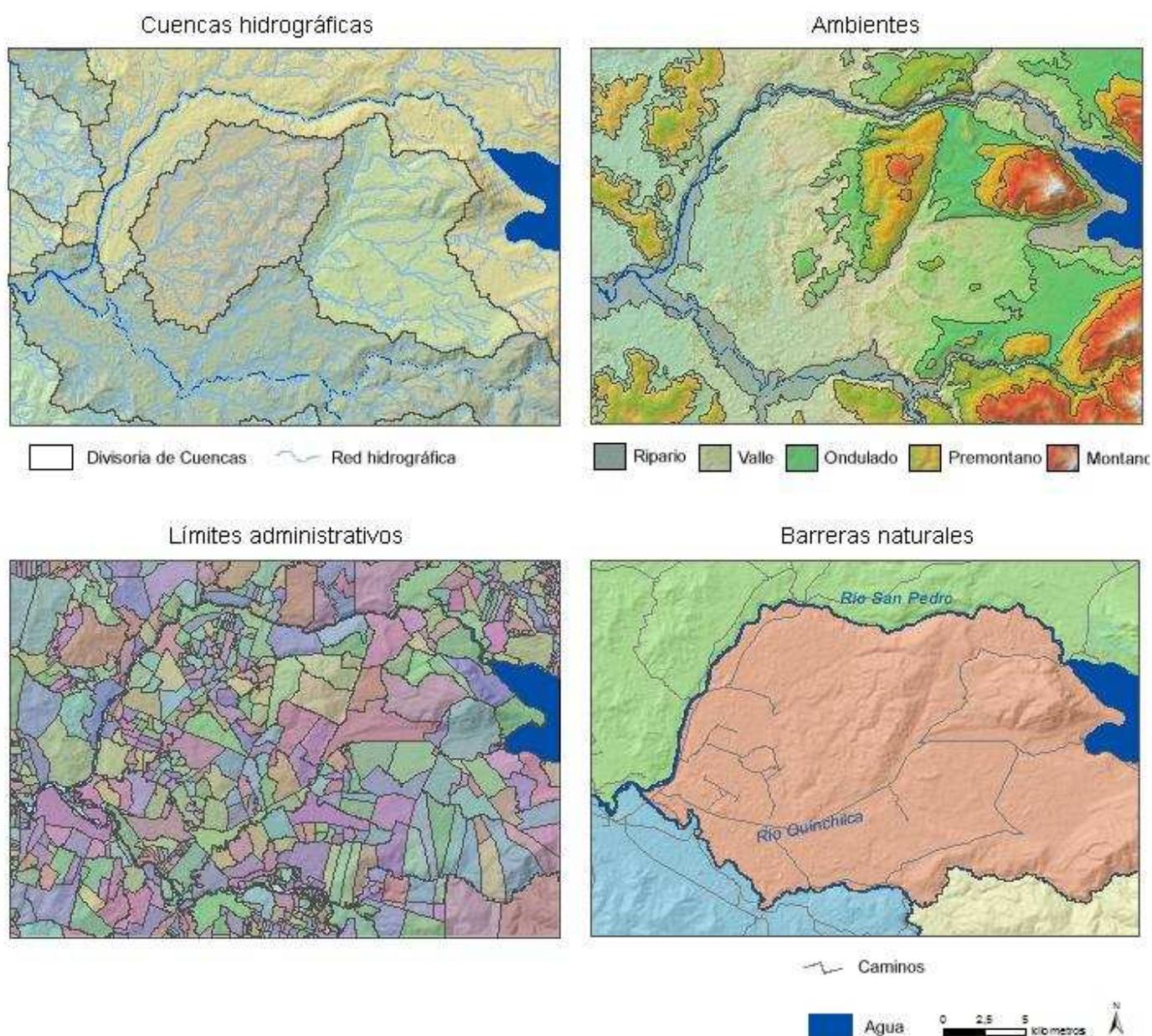


Figura 4.1 Cuatro aproximaciones para delimitar unidades de paisaje en un área de interés. Arriba izquierda: División basada en la divisoria de cuencas hidrográficas. Arriba derecha: División basada en tipos de ambientes de relieve. Abajo derecha: División basada en límites administrativos, en este caso límites

prediales. Abajo izquierda: División basada en las barreras al desplazamiento. En función de las especies focales seleccionadas se pueden considerar como unidades de paisaje las áreas delimitadas por los cuerpos de agua y la red vial, o sólo por los cuerpos de agua.

PASO 5 Evaluación de la composición y estado del paisaje

La composición y configuración espacial de los usos de suelo es un aspecto clave en el análisis del paisaje de trabajo, ya que definirá el estado y la forma en que los ambientes silvestres fueron reemplazados y fragmentados.

En el caso de nuestro paisaje de ejemplo del río San Pedro, la composición de usos revela que el bosque remanente ocupa un 39.9%, comprendiendo 16,660 ha (33% ocupado por Renovales y un 6.9% por Bosque Primario). El resto de la superficie está ocupada en un 49% por praderas y cultivos, y en un 11.1% por Plantaciones forestales (Figura 5.1).

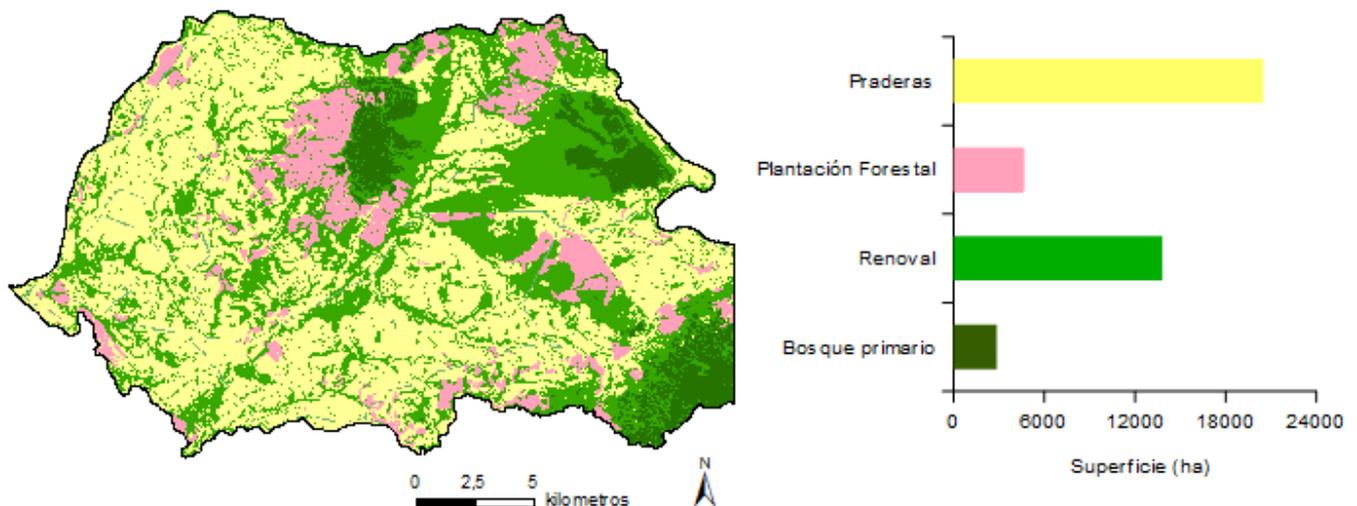


Figura 5.1. Superficie de cada uso de suelo en el paisaje de ejemplo. La cobertura de interés de conservación corresponde al Bosque primario y Renovales (en verde). La matriz está compuesta por praderas (amarillo) y plantaciones forestales (rosa).

Luego de un proceso de pérdida y reemplazo, la superficie de bosque nativo se distribuye en un conjunto de parches de distinta superficie y aislados entre sí por una matriz. La matriz corresponde al área que fue reemplazada y que ahora está dedicada a múltiples usos humanos como actividades agropecuarias, plantaciones forestales, asentamientos humanos, caminos, entre otros. La matriz no necesariamente estará compuesta por usos de origen antrópico, pues todas las coberturas que no constituyan hábitat para nuestras especies focales se considerarán como matriz, esto puede ser el caso de cuerpos de agua, nieves permanentes, suelo desnudo, roca, entre otras coberturas.

Al considerar la distribución del bosque nativo en los tipos de ambientes de relieve, se observa una distribución heterogénea (Figura 5.2); si bien la superficie de bosque remanente es mayor en el Valle, esta se

encuentra más fragmentada, es decir se encuentra distribuida en un mayor número de parches de tamaño promedio pequeño. Por el contrario, en la zona de relieve Montano, el bosque remanente se concentra en muy pocos parches de gran tamaño.

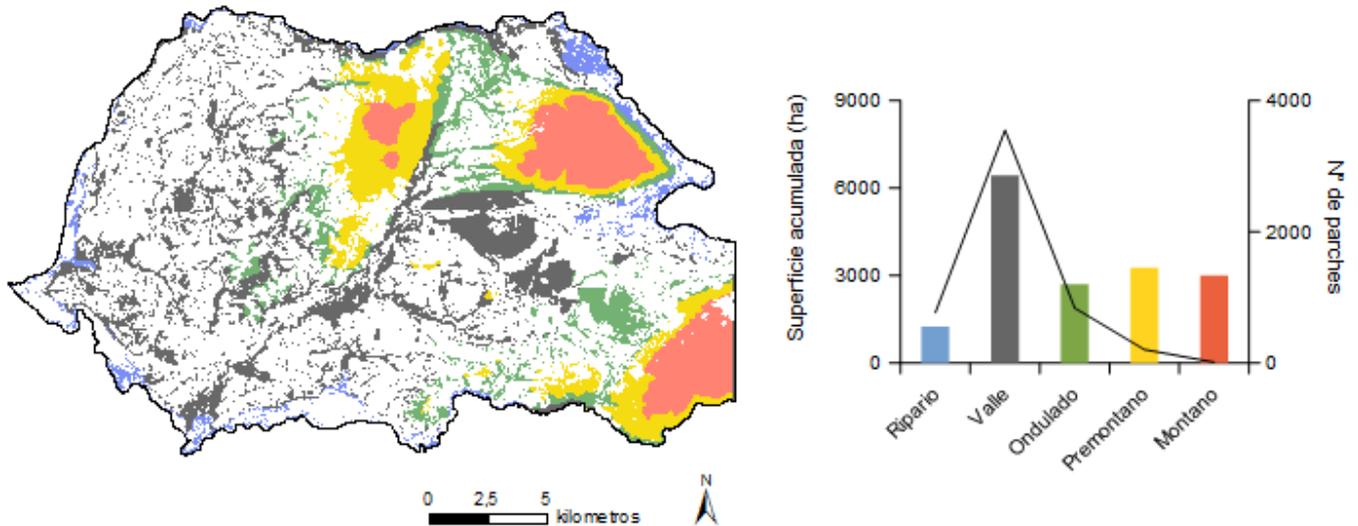


Figura 5.2. Distribución del bosque remanente en función del tipo de ambiente de relieve. Derecha: Barras corresponde a la superficie total de bosque por cada tipo de relieve, y la línea indica el número de parches de bosque.

Las métricas (o medidas) de paisaje son indicadores que nos permiten cuantificar las características espaciales del mosaico de parches o fragmentos que conforman un paisaje. Utilizaremos las métricas para diagnosticar las características espaciales de la superficie de bosque remanente en nuestro paisaje de ejemplo. Si bien en los textos y programas se puede hallar un gran número de métricas de paisaje, se recomienda seleccionar un subconjunto reducido, con la finalidad de facilitar su interpretación.

Evaluaremos el paisaje a escala de parche, utilizando una métrica de tamaño, una de forma y una de aislamiento. En la figura 5.3 se observa la distribución de los parches en función del tamaño. A pesar que el paisaje está compuesto de una mayor parte de parches con una superficie inferior a 30 hectáreas, se observa los pocos fragmentos mayores a 700 has concentran una gran parte de la superficie remanente de bosque en el paisaje¹³. Los parches mayores a 1 ha representan sólo el 10% del total de fragmentos, sin embargo concentran el 95% de la superficie total de bosque en el paisaje.

¹³ Para este análisis así como todos los procedimientos subsecuentes se unificó la cobertura de Bosque primario con la de Renovales.

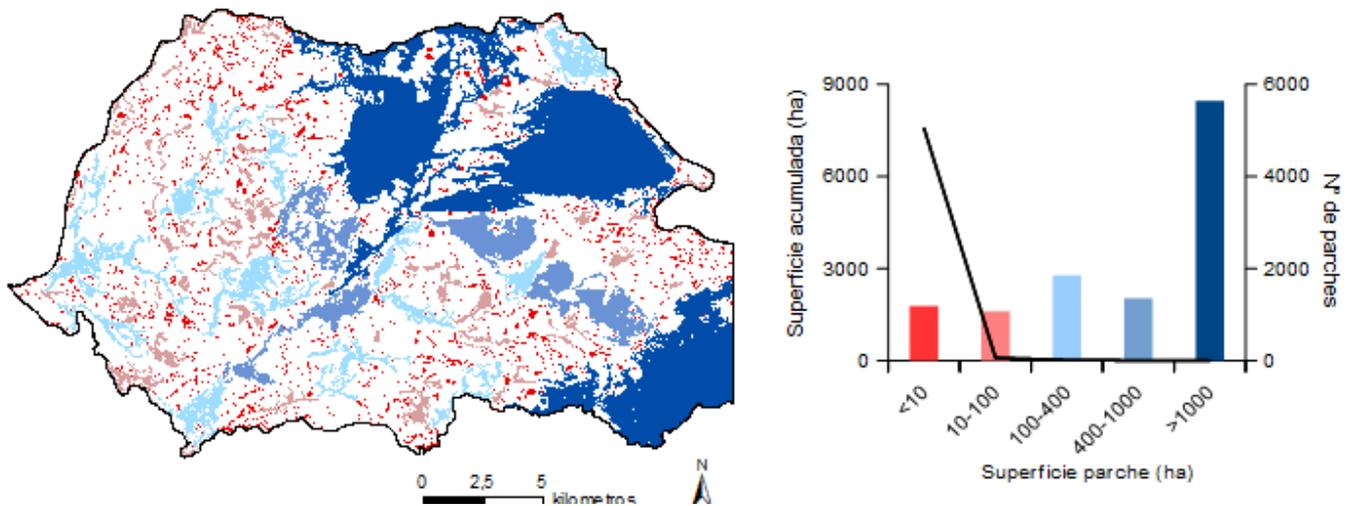


Figura 5.3. Distribución del tamaño de los parches en el paisaje del Río San Pedro. Derecha: Barras corresponde a la superficie acumulada de bosque por cada clase de tamaño de parche, y la línea indica el número de parches de bosque por cada clase.

CAJA PRÁCTICA 1. Cómo calcular las Métricas de Tamaño y Perímetro

El tamaño y perímetro de los parches son métricas fundamentales, debido a que la mayoría de otras métricas las incorporan o se ven afectados directamente por estos atributos. El tamaño corresponde al área ocupada por el parche y su unidad puede expresarse en hectáreas (ha) o en metros cuadrados (m^2). El perímetro cuantifica la cantidad de borde lineal de los parches y su unidad es el metro (m).

Para realizar el cálculo de estas métricas, primero debes crear un shapefile que contenga sólo la cobertura con uso bosque nativo (Renovales y Bosque primario en una misma clase). Esta cobertura de bosque debe tener atribuido un identificador "ID" independiente para cada uno de los parches de bosque en una estructura de polígonos individuales (*Single-part*). Esto se verifica seleccionando uno a uno los parches con la herramienta (*Select Features*), con la cual debes verificar que sólo se destaque el parche sobre el cual se hace clic. En la tabla de atributos, se seleccionará sólo el atributo (parche) sobre el cual haces clic, de modo que cada parche de bosque tendrá un ID único, de este modo nos permitirá ir calculando características de cada parche.

Luego de verificar el ID de los polígonos de bosque, debes agregar un nuevo campo en la tabla de atributos.

PASO 1 Agregar un nuevo campo en la tabla de atributos:

1. Hacer clic con el botón derecho en la cobertura que se está trabajando dentro de la **tabla de**

contenido y escoger **Abrir tabla de atributos** (*Open attribute table*).

2. Hacer clic en el botón **Opciones de tabla** (*Table options*)
3. Hacer clic en **Agregar campo** (*Add Field*)
4. Escribir el nombre del campo según corresponda (área o perímetro).
5. Hacer clic en la flecha **Tipo** (*Type*) y seleccione **Flotante** (*Float*) para permitir valores fraccionales
6. Hacer clic en **Aceptar** (*Ok*)

Recuerda que para agregar o quitar campos no debes estar editando los datos y ningún otro usuario ni aplicación deben estar accediendo a ellos, incluidas otras sesiones de ArcMap o ArcCatalog. Realizar este proceso 2 veces para crear campos de Área y Perímetro. Lo siguiente es realizar el cálculo para los campos de métricas recién creados.

PASO 2 Calcular el área y perímetro:

1. Hacer clic con el botón derecho en la capa de la **tabla de contenido** (*table Of Contents*) y escoger **Abrir tabla de atributos** (*Open attribute table*).
2. Hacer clic con el botón derecho en el encabezado del campo en el que desea realizar el cálculo y hacer clic en **Calcular geometría** (*Calculate Geometry*), tras esto aparecerá un mensaje que advierte que no es posible deshacer un cálculo de campo realizado fuera de una sesión de edición. Si no le preocupa esta advertencia puede activar la casilla "*Don't warn me again*".
3. Hacer clic en la propiedad geométrica que desea calcular Área o Perímetro según corresponda.
4. Si su cobertura tiene asignado algún sistema de coordenadas deje la opción que el programa otorga por defecto, de lo contrario asigne la que corresponda.
5. Hacer clic en las unidades de los cálculos de resultados.
6. Opcionalmente, si ha seleccionado registros en la tabla, decida si desea aplicar los cálculos a todos los registros o simplemente a los seleccionados.
7. Hacer clic en **Aceptar** (*Ok*).

Las métricas de forma se refieren a la geometría de los parches (simples y compactos o irregulares y convolutos). Es una característica que se relaciona con el grado de influencia que puede tener la matriz al interior de los parches. Los parches con una forma más irregular y o alargados tenderán a ser más susceptibles a los impactos que provengan de la matriz, ya que tienen una mayor proporción de superficie cercana al borde. En la Figura 5.4 se observa la distribución de la métrica Dimensión fractal en el paisaje de ejemplo del Río San Pedro. Parches con valores cercanos a 1 tienden a una forma simple (círculo o cuadrado), mientras que parches con valores cercanos a 2 tienen una forma altamente compleja. En el paisaje de ejemplo se aprecia una irregularidad media de los parches de bosque, ya que mayor parte de los fragmentos tienen formas dentro de valores medios.

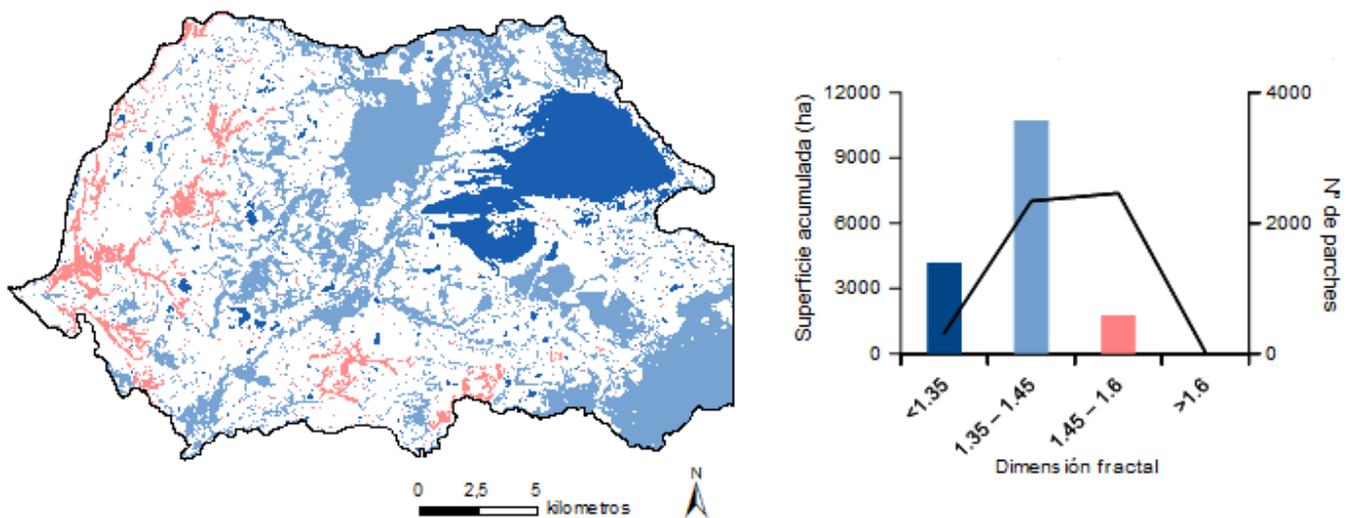


Figura 5.4. Distribución de la métrica de forma de los parches, dimensión fractal, en el paisaje del Río San Pedro. Derecha: Barras corresponde a la superficie acumulada de bosque por cada clase de tamaño de parche, y la línea indica el número de parches de bosque por cada clase.

CAJA PRÁCTICA 2. Cómo calcular Métricas de Forma: Índice de Forma y Dimensión Fractal

El Índice de Forma (*IF*) y la Dimensión Fractal (*DF*) son dos métricas de forma de parches. Estas métricas miden la complejidad de la forma de un parche comparada con una forma estándar del mismo tamaño.

Para calcular estas métricas a los parches de bosque de tu paisaje de trabajo, en ArcMap, al shapefile de parches de bosque debes agregar un nuevo campo en la tabla de atributos con el nombre de la métrica que corresponde (*IF* o *DF*), siguiendo el mismo procedimiento que se indica en el Paso 1 de la caja práctica 1.

Para calcular las métricas para el campo de atributo recién creado:

1. Hacer clic con el botón derecho en la capa de la **Tabla de contenido** (*Table Of Contents*) y elija **Abrir tabla de atributos** (*Open attribute table*).
2. Hacer clic con el botón derecho en el encabezado del campo en el que desea realizar el cálculo y haga clic en **Calculadora de campo** (*Field Calculator*).
3. Utilice **Fields** y **Functions** para construir una expresión de cálculo. También puede editar la expresión en el área de texto.

Para el índice de forma escribir la siguiente expresión:

$$\frac{[\text{Perimetro}]}{(2 * (\text{Sqr}(3.1415 * [\text{Area}])))}$$

Para la Dimensión Fractal escribir la siguiente expresión:

$$\frac{2 * (2.302585093 * \text{Log}([\text{Perimetro}]))}{(2.302585093 * \text{Log}([\text{Area}]))}$$

donde:

Sqr() = corresponde a la función raíz cuadrada incorporada en la Calculadora de campo.

[Perimetro] = corresponde a la columna en donde anteriormente se calculó el perímetro

[Area] = corresponde a la columna en donde anteriormente se calculó el área

4. Una vez escrita la expresión haga clic en **Aceptar** (*Ok*).

Finalmente, se recomienda calcular métricas sobre otra característica clave de los parches, el aislamiento/conectividad. Estas son medidas sobre el grado de dispersión o proximidad entre los parches de bosque. Esta característica es clave para organismos con baja capacidad de desplazamiento en la matriz del paisaje. En la Figura 5.5 se presenta la distribución de la métrica Distancia al parche vecino más cercano en el paisaje de ejemplo. Se observa existe un bajo grado de aislamiento, ya que una mayor parte de superficie y gran parte de los parches se encuentran a distancias menores a 30 m de otro parche.

En síntesis, en el paisaje de ejemplo del río San Pedro existió una pérdida del 60.1% de la cobertura de bosque original, superficie que en la actualidad es ocupada mayoritariamente por praderas. Mayor parte de la superficie de bosque remanente del paisaje se concentra en pocos parches de gran tamaño (> 1000 ha), aunque ubicados principalmente en los ambientes Montano y Premontano. Por el contrario, en el Valle el bosque nativo se distribuye en un gran número de parches de pequeña superficie (más de 3000 parches).

La mayor parte de la superficie de bosque está contenida en parches que tienden a una forma de mediana regularidad. El aislamiento promedio en el paisaje es bajo, ya que la mayor parte de los parches de bosque se encuentra a menos de 30 m de otro parche.

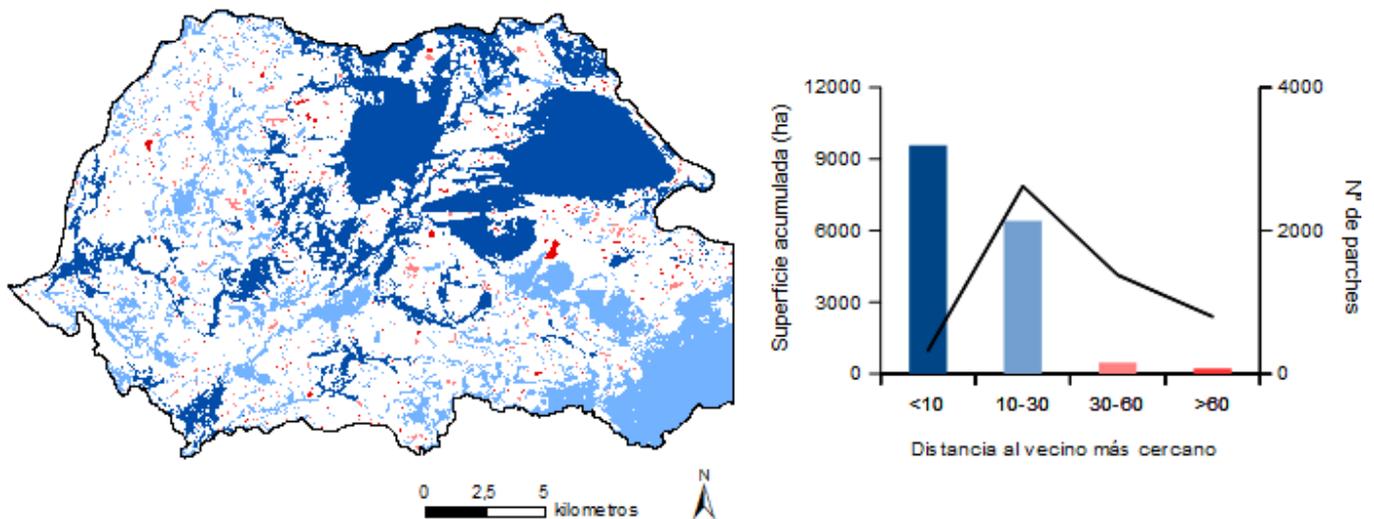


Figura 5.5. Distribución del grado de aislamiento de los parches en el paisaje de ejemplo en función de la distancia euclidiana al vecino más cercano en el paisaje ejemplo del Río San Pedro. Derecha: Barras corresponde a la superficie acumulada de bosque por cada clase de grado de aislamiento de parche, y la línea indica el número de parches de bosque por cada clase.

CAJA PRÁCTICA 3. Cálculo de la Distancia al vecino más cercano

En ArcMap, la herramienta **Cercano** (*Near*) determina la distancia de cada entidad de entrada a la entidad más cercana.

Para calcular la distancia al vecino más cercano en el shapefile de los parches de bosque:

1. Hacer clic en **ArcToolbox > Analysis Tools > Proximity > Near**
2. Ingresar la cobertura de bosque en **Input Features** y en **Near Features**
3. Dejar por defecto las opciones **Search Radius, Location y Angle**
4. Haga clic en **Aceptar (Ok)**.

Se agregarán a la tabla de atributos los dos siguientes campos de la cobertura de entrada:

NEAR_FID: almacena el Id. de la entidad más cercana

NEAR_DIST: almacena la distancia calculada al vecino más cercano. El valor de este campo se encuentra en la unidad lineal del sistema de coordenadas de entrada.

Notas: Las mediciones de distancia serán más precisas cuando los datos de entrada estén en un

sistema de coordenadas proyectadas en equidistancia. Aunque los cálculos de distancia se pueden efectuar siempre, sea cual sea el sistema de coordenadas, los resultados pueden ser imprecisos o carecer de significado cuando los datos están en un sistema de coordenadas geográficas o en un sistema de coordenadas proyectadas mal seleccionado.

Dado que un polígono es un área encerrada por una colección ordenada de segmentos de línea, calcular la distancia de un polígono a otro conlleva identificar cada uno de los segmentos de línea más cercano. Por lo tanto, el tiempo en que se demore el programa en realizar el cálculo para toda una cobertura, dependerá tanto de la extensión geográfica que representa, como del detalle de los segmentos que conforman las entidades poligonales de dicha cobertura.

PASO 6 Evaluación del paisaje considerando especies focales

Si consideramos las especies focales, el diagnóstico de nuestro paisaje de trabajo puede diferir de los resultados obtenidos en el paso anterior. 1) En función de la superficie, no todos los parches de bosque nativo sirven como hábitat para las especies; Fragmentos con una superficie inferior a la necesaria para sostener el rango de hogar de un individuo no se pueden considerar parte de la cobertura de hábitat disponible para una especie focal. 2) En función del aislamiento, y dependiendo de la capacidad de dispersión de las especies en la matriz, algunos fragmentos pueden estar aislados y por tanto desconectados con el resto del paisaje. Si estos parches aislados poseen una superficie insuficiente para sostener una población viable, su aislamiento está ligado a una baja probabilidad que estos sean habitados de forma permanente por las especies focales.

La capacidad de desplazamiento de una especie en la matriz es variable, dado que cada especie presentará distinto grado de resistencia a trasladarse por cada tipo de cobertura. Por lo tanto, el grado de aislamiento de los parches de bosque dependerá de la composición de uso de suelo circundante a cada parche.

Para identificar el conjunto de parches de hábitat funcionales para nuestras especies focales en el paisaje de trabajo, debemos determinar el conjunto de fragmentos que cumplen con los requisitos de superficie y aislamiento para cada especie. Para esto, utilizaremos un conjunto de criterios para evaluar y seleccionar los parches de bosque:

Tabla 6.1. Síntesis criterios de redes de parche para tres especies focales del bosque templado lluvioso chileno.

Criterio	Tapaculos	Gato Guiña	Monito del monte
Área Mínima de Parche	10 ha	40 has*	5 ha
Distancia Máxima Parche-Parche	600 m	7500 m	200 m
Distancia Máxima Pradera-Abierto	60 m	100 m	20 m
Distancia Máxima Plantación Forestal	300 m	7500 m	200 m
Distancia Máxima Corredores	500 m	7500 m	500 m
Área mínima población viable	400 has	50000 has	200 has

*Nota: Un individuo requiere 500 has en un parche único o bien distribuida en fragmentos mayores a 40 has.

Un criterio clave señalado en la Tabla 6.1 es la superficie necesaria para sostener una población viable. Para que un área de conservación cumpla a largo plazo su objetivo, es necesario conserve una superficie de hábitat suficiente para asegurar la persistencia en el largo plazo de poblaciones de vida silvestre. En función de este criterio debemos evaluar si poseemos un conjunto de parches de hábitat en red para cada especie focal, que acumulen una superficie suficiente para sostener a lo menos una población viable dentro de nuestro paisaje de trabajo.

Aplicando los criterios podremos entonces reclasificar el paisaje de trabajo para cada especie focal, lo que genera como resultado redes de parches de hábitat, es decir, aquellos parches con superficie suficiente y conectada entre sí para cada especie focal (Figura 6.1).

Como producto de este análisis distinguiremos cuatro categorías de elementos en el paisaje:

Parches núcleo: Los parches de hábitat que tengan por sí solos una superficie suficiente para sostener una población viable de una especie focal.

Parches satélite: Son parches que tienen una superficie inferior a la necesaria para sostener una población viable, pero superior a la mínima necesaria para sostener un individuo. Estos parches dependen de la conectividad con el resto del paisaje, de la migración de individuos. En paisajes fragmentados estos parches pueden ser el único tipo de hábitat remanente.

Rutas de conectividad: Son propuestas de enlace entre dos parches núcleo o satélite. Son calculados al determinar el trayecto de menor resistencia para el movimiento de la especie focal entre un parche y otro, en función de los umbrales de dispersión de cada especie por cada tipo de cobertura del paisaje.

Parches aislados: Al igual que los parches satélite estos fragmentos poseen la superficie necesaria para sostener un individuo o más, pero insuficiente para albergar una población viable. Sin embargo, estos parches se encuentran desconectados, debido a que no se encontraron rutas que conecten el parche con alguna red de parches en el paisaje.

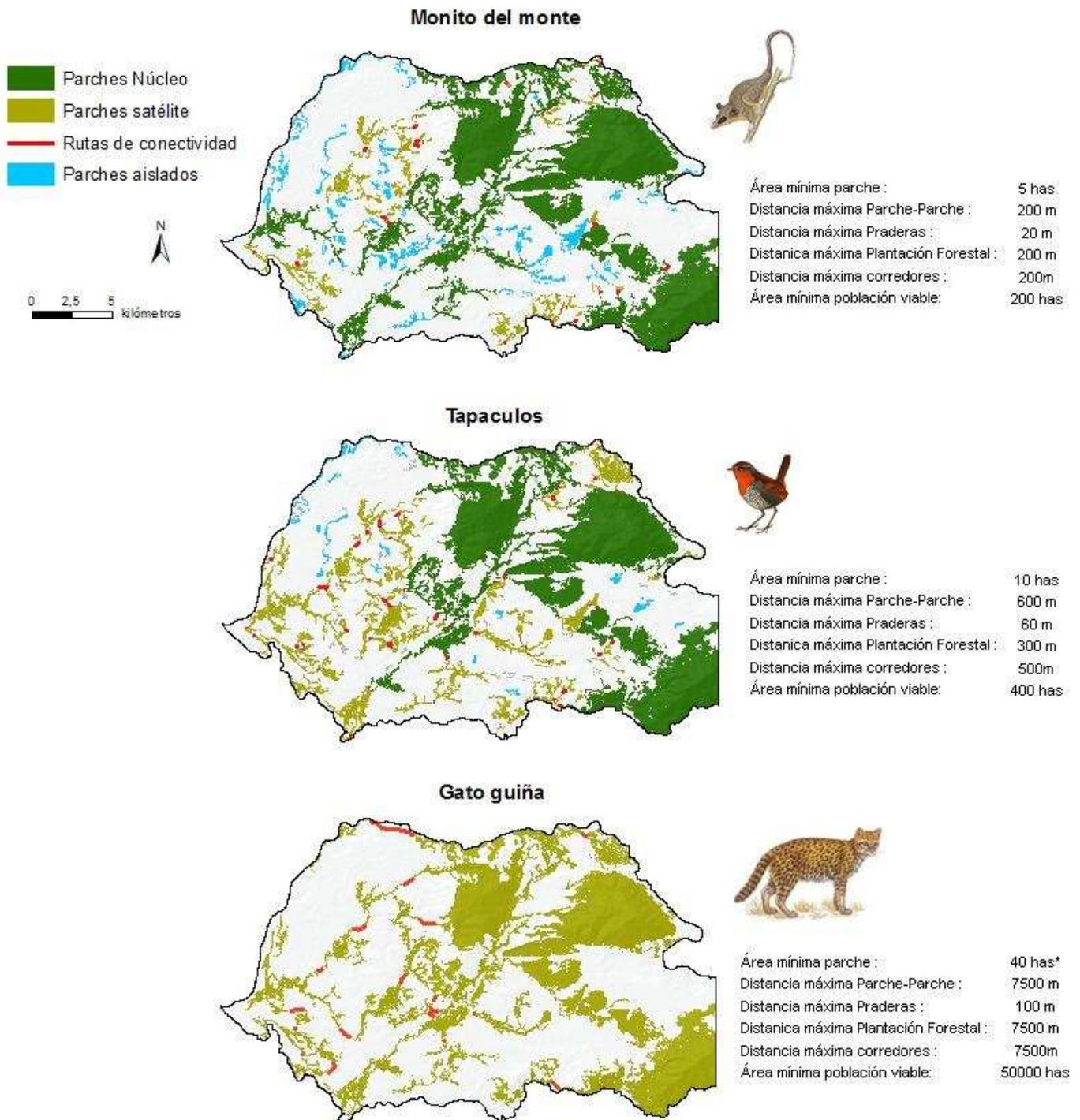


Figura 6.1. Distribución de parches de hábitat para cada especie focal en función de los criterios de redes de parche.

Al evaluar los criterios para nuestro paisaje de ejemplo el primer resultado que obtenemos es que la superficie de parches de hábitat conectados es suficiente para sostener poblaciones viables de Tapaculos (14480 ha de bosque nativo conectado) y de Monito del monte (13640 ha de bosque conectado), existiendo más de un

parche núcleo para ambas especies¹⁴. En el caso del gato guiña, en contraste, no existen parches núcleo y más aún la superficie total conectada (13850 ha) es insuficiente para sostener una población viable en el paisaje.

En los casos nuestro paisaje de trabajo no satisfaga la superficie mínima necesaria para sostener poblaciones viables de nuestras especies focales, podemos:

1. Ampliar la extensión de nuestro paisaje de trabajo, de modo abarcar mayor superficie de bosque nativo, volviendo al paso 4 de la secuencia de trabajo de la guía.
2. Establecer como meta en nuestra estrategia de conservación, recuperar la superficie de bosque nativo que falta para alcanzar la cantidad necesaria para sostener una población viable.
3. Evaluar la conectividad regional de nuestro paisaje con otras áreas protegidas cercanas.

PASO 7 Selección de unidades y enfoques de intervención de un Paisaje de Conservación

En los procedimientos anteriores hemos generado un soporte de información que nos ayudará a identificar qué áreas y bajo qué enfoques podemos orientar la gestión para la conservación en el paisaje. A pesar que existen algunos lineamientos transversales, no es posible indicar criterios de conservación aplicables a todo tipo de paisajes, ya que la selección de áreas prioritarias a intervenir va a variar dependiendo de los objetivos y metas establecidos en nuestra estrategia de conservación, de las especies focales seleccionadas, de los problemas de conservación particulares del área, de la composición de la matriz del paisaje seleccionado, del tipo de actores y de sus intereses y necesidades, así como del enfoque particular de los planificadores.

Considerando los resultados obtenidos en nuestro paisaje de ejemplo del valle Río San Pedro, presentamos cuatro enfoques posibles de gestión y manejo para la conservación:

- 1) Podemos adoptar una estrategia de conservación de los parches de mayor tamaño, seleccionando los parches núcleo comunes para todas las especies focales. Conservando estos parches podríamos asegurar la persistencia a largo plazo de poblaciones de nuestras especies, además estos parches pueden funcionar como fuente poblacional para el resto del paisaje (Figura 7.1).
- 2) Otra estrategia podría focalizarse en proteger las rutas de conectividad, con el fin de facilitar el movimiento de individuos en el paisaje de conservación. Involucraría la implementación de acciones de manejo en la matriz en las rutas de conectividad entre parches, de modo tal mantener o aumentar la permeabilidad de desplazamiento de los individuos en estas áreas.
- 3) Una tercera opción podría focalizarse en los parches aislados. Estos parches constituyen una oportunidad de mejorar el estado de conservación en el paisaje de trabajo. Si se implementan medidas de restauración para integrar estos parches a la red (pej. creando corredores o nuevos parches de bosque), se ampliaría la superficie de hábitat conectado lo que influiría en el tamaño y en la estabilidad de las poblaciones de nuestras especies focales (Figura 7.1).

¹⁴ Considerar sólo la cantidad de superficie abarcada en el paisaje, no es suficiente para asegurar la conservación de una especie. Un adecuado plan de conservación de las especies focales debe considerar la calidad del hábitat y las amenazas de conservación. En futuras etapas de gestión y manejo del territorio, se deberá considerar estos aspectos (por ejemplo, determinando como actividad la mantención y o recuperación de la cobertura de sotobosque).

4) Otra opción es adoptar una estrategia mixta, en la cual complementamos los enfoques anteriores designando áreas de manejo. En la Figura 7.1, se ejemplifica esta estrategia utilizando tres categorías de zonificación: 1) *Áreas núcleo*, correspondiendo a los parches núcleo de gran superficie, donde se aplicarían actividades de conservación. En este caso se definieron cuatro áreas núcleo, tres en relieve montano y una en el valle. 2) *Zonas de amortiguación*, correspondiendo a áreas de transición entre las áreas núcleo y el resto del paisaje. Se consideró una zona de amortiguación de 1 km de radio en torno a las áreas núcleo. En esta zona se debieran realizar actividades que reduzcan y controlen impactos provenientes de la matriz. También planificar restauración en torno a los parches para aumentar su tamaño y mejorar su forma. 3) *Zonas de conectividad*: áreas donde se implementarían actividades para facilitar el desplazamiento de individuos entre las áreas núcleo y el resto del paisaje. Aún cuando se determinen áreas en donde se concentren las actividades de conservación, sería adecuado establecer recomendaciones generales de manejo para toda la extensión de nuestro paisaje de conservación.

Los parches pequeños (con una superficie inferior a la necesaria como hábitat permanente a un individuo) también tienen un importante valor de conservación, ya que pueden cumplir una función permitiendo el flujo de individuos entre los fragmentos, actuando como corredores o *stepping stones* (puntos de paso) dentro de las rutas de conectividad. Esto plantea la importancia de toda la configuración del mosaico en paisajes agropecuarios, ya que tanto los parches de gran tamaño como los más pequeños cumplen funciones claves para la mantención de la biodiversidad a largo plazo.

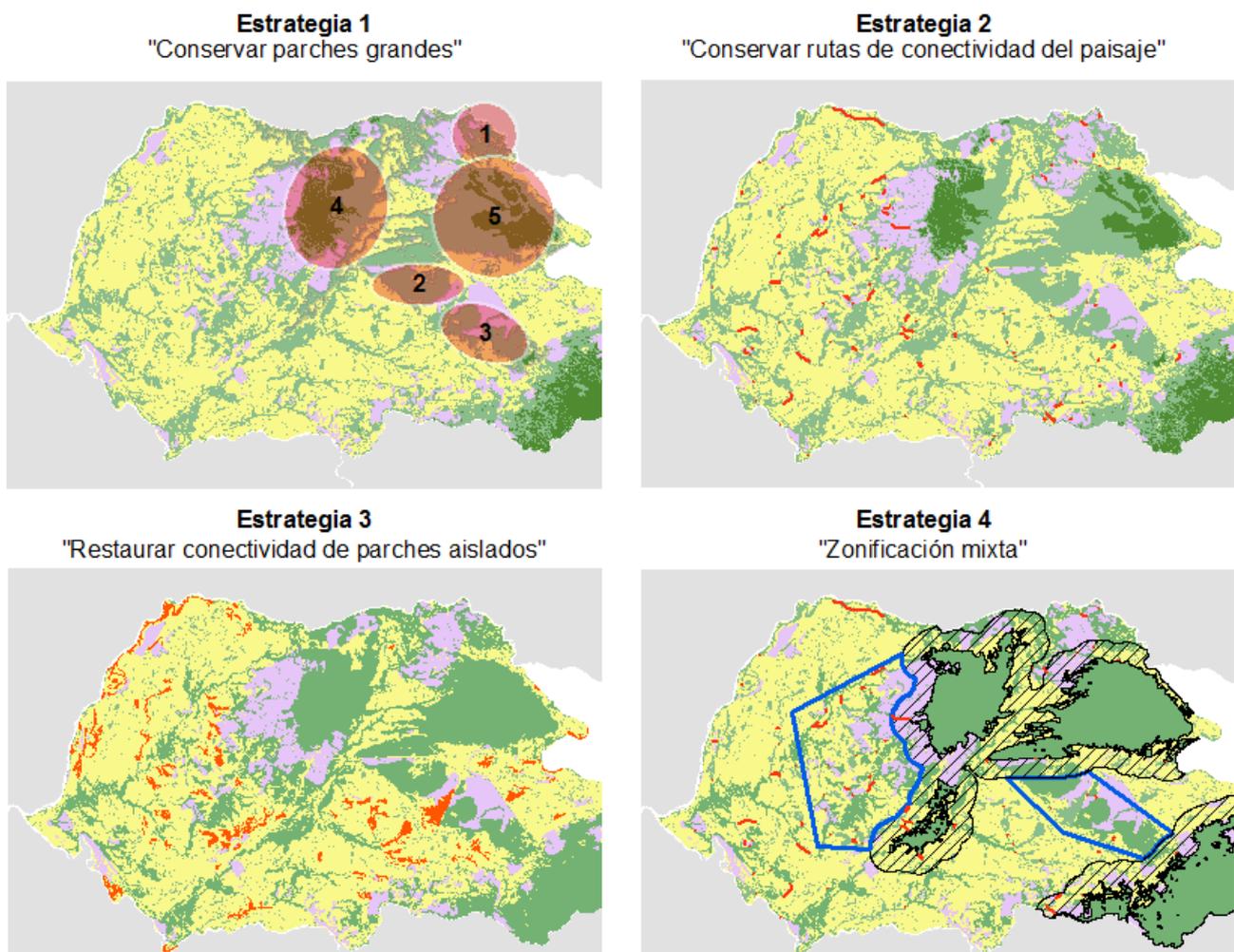


Figura 7.1. Cuatro estrategias de ejemplo. Estrategia 1. Un diseño focalizado en la conservación de los parches de bosque de mayor superficie, en este caso se seleccionó el parche más grande por cada tipo de ambiente de relieve del paisaje. Estrategia 2. Un diseño focalizado en las rutas de conectividad del paisaje. Estrategia 3. Enfoque en los parches aislados del paisaje. Estrategia 4. Diseño de zonificación de áreas de manejo, en contorno negro áreas núcleo, áreas de conectividad en contorno azul, y áreas de amortiguación áreas achuradas (ver texto).

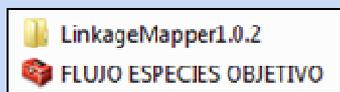
Es posible que sea necesario evaluar distintas estrategias de intervención en un paisaje de conservación, ajustando y adaptando en función de la realidad local y la factibilidad de su implementación; respecto a la disposición de los propietarios de los terrenos seleccionados y de los recursos disponibles para la implementación y el monitoreo de las actividades de conservación.

CAJA PRÁCTICA 4. Análisis de redes de parches para especies focales

La evaluación de las especies focales requiere la implementación de una serie de procedimientos que incorporan zonas de influencias, selección por atributos y geoprocesamientos. Para facilitar esta etapa se ha generado un flujo de trabajo automatizado en **Model Builder** en **ArcGis**.

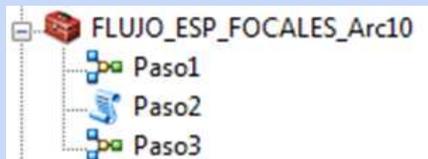
Dentro del material de apoyo de la guía se encuentra un archivo llamado “**FLUJO_ESPECIES FOCALES.rar**”. Se debe descomprimir este archivo en el directorio **C:**

Este archivo contiene una caja de herramientas (*Toolbox*) de **ArcGis** y una carpeta con los archivos necesarios para su funcionamiento. Esta caja de herramientas sólo opera en versiones de ArcGis 10 o superiores.



Pasos para agregar la herramienta a ArcMap:

1. En la ventana de **ArcToolbox**, haga clic con el botón derecho del ratón en la caja de herramientas o en uno de sus conjuntos de herramientas y, luego, haga clic en **Add Toolbox**. Luego debe buscar y abrir el archivo “**FLUJO ESPECIES OBJETIVO.tbx**”.
2. Haga clic en **Aceptar** y se agregará la siguiente herramienta :

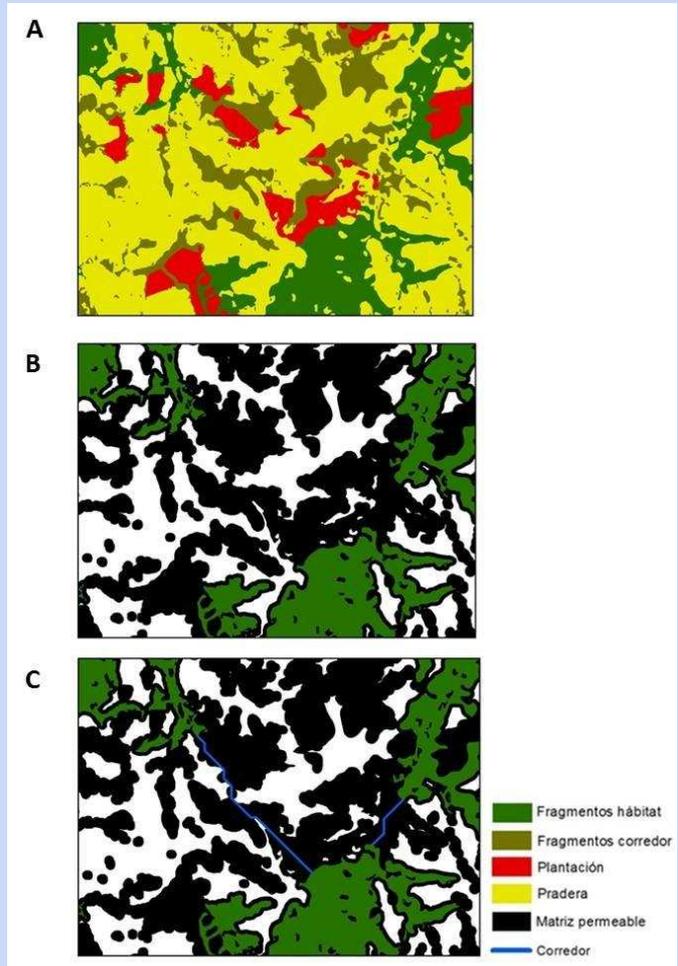


La caja de herramientas está compuesta por tres pasos que nos permitirán obtener las redes de parches en función de los requisitos de nuestras especies focales:

En primer lugar se debe ingresar la cobertura de uso del suelo (**A en Figura**) para que en el **Paso 1** se seleccionen los parches que cumplen con los requerimientos de hábitat de la especie focal y se genere la matriz permeable (**B en Figura**).

Luego en el **Paso 2** se generan las rutas de conectividad que conectan los fragmentos de hábitat a través de la matriz permeable (**C en Figura**).

Finalmente en el **Paso 3** se identifican los parches núcleo, satélite y aislados. Se debe repetir este flujo de procedimientos para cada una de nuestras especies focales.



PASO 1. Matriz permeable y parches de especie focal

Se deben ingresar los siguientes datos en el **Toolbox Paso 1**:

1. Parches de bosque

2. Filtro por área mínima

3. Filtro por distancia parche a parche

4. Distancia máxima corredor

Linear unit

Meters

Field

5. Paisaje

6. Seleccionar praderas

7. Distancia máxima pradera

Linear unit

Meters

Field

8. Seleccionar plantación

9. Distancia máxima plantación

Linear unit

Meters

Field

A. Directorio de salida para los Parches objetivo

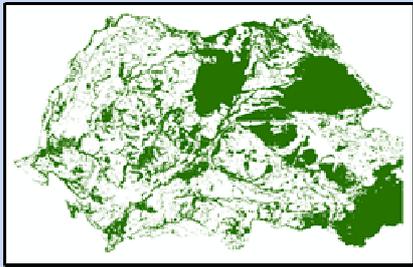
B. Directorio de salida para la Matriz raster

C. Ingrese el tamaño de celda de la Matriz

OK Cancel Environments... Show Help >>

Parámetros de entrada Tool Paso 1:

1. Ingrese la cobertura de parches de bosque. Esta cobertura debe contener los atributos de las métricas **Área** y **Distancia al vecino más cercano** con el fin de generar los filtros de requerimientos de hábitat de la especie objetivo (Ver Caja Práctica 1 y 3). Ejemplo:



FID	Shape *	OBJECTID	Perimeter	Superficie_ha	Distancia_pp_metros
0	Polygon	4	21853.735466	85.790509	82.384
1	Polygon	22	225089.349036	3076.64562	19.822
2	Polygon	51	38404.174503	308.534185	75.622
3	Polygon	641	94836.182508	2995.263962	29.177
4	Polygon	827	28406.4751	129.705214	38.428
5	Polygon	1019	23890.798532	131.947832	29.635
6	Polygon	1237	24040.707102	107.871414	29.317
7	Polygon	1474	35714.48581	188.288008	19.115

2. Los filtros se hacen mediante expresiones de consulta **SQL**. En este punto debemos ingresar el filtro de área mínima de parche de bosque que puede sostener a un individuo de la especie foco. La expresión debe ser acorde a las unidades de medida del campo consultado y el nombre que se le asignó al campo. Por ejemplo, para el Monito del Monte se calculó la superficie en hectáreas, por lo tanto la expresión sería: **Superficie_ha >= 5**. "Superficie_ha" corresponde al nombre del campo donde se encuentra el valor de superficie de cada parche.

3. Ingrese el filtro de distancia máxima que puede avanzar la especie foco entre un parche de bosque y otro. Nuevamente la expresión debe ser acorde a las unidades de medida del campo consultado. Por ejemplo para el Monito del Monte la distancia es 200 metros y la expresión sería: **Distancia_pp_metros <= 200**.

4. Ingrese la mitad de la distancia máxima que una especie focal se puede desplazar por un corredor. Por ejemplo, para el Monito del Monte la distancia máxima de desplazamiento por un corredor es **500 m**, por lo tanto se debe ingresar **250 m**. En este caso debe indicar en la ventana desplegable la unidad de medida de la distancia ingresada.

5. Ingrese la cobertura vectorial de Uso de suelo del paisaje que va evaluar. Esta cobertura debe contener como atributo el uso del suelo ya que en los pasos siguientes se harán consultas para extraer de este paisaje las zonas de praderas y plantaciones que servirán como matriz permeable para la especie objetivo.

6. Ingrese el filtro para seleccionar el uso pradera de su cobertura de paisaje. Por ejemplo **"Uso_suelo = Praderas"**. Esto variará en función del nombre de los campos y categorías de su propia cobertura de uso de suelo.

7. Ingrese la mitad de la distancia máxima que la especie foco puede avanzar en el uso pradera. Por ejemplo, para el Monito del Monte la distancia en pradera es **20 m**, por lo tanto se debe ingresar **10 m**. Recuerde indicar en la ventana desplegable la unidad de medida de la distancia ingresada.

8. Ingrese el filtro para seleccionar el uso plantación de su cobertura de paisaje. Por ejemplo **"Uso_suelo = Plantaciones"**. Esto variará en función del nombre de los campos y categorías de su propia cobertura de uso de suelo.

9. Ingrese la mitad de la distancia máxima que la especie foco puede avanzar en el uso plantación. Por ejemplo, para el Monito del Monte la distancia en plantación es **200 m**, por lo tanto se debe

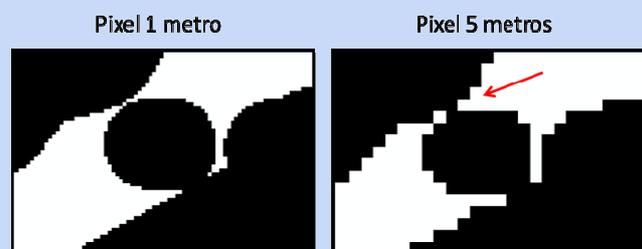
ingresar **100 m**. Recuerde indicar en la ventana desplegable la unidad de medida de la distancia ingresada.

Parámetros de salida

A. Seleccione el directorio para guardar los parches de bosque que cumplen con los requerimientos de hábitat.

B. Seleccione el directorio para guardar el raster de matriz permeable.

C. Indique el tamaño de pixel del raster de matriz permeable. Un valor bajo permite que el raster se ajuste a los límites reales de la cobertura de paisaje ingresada. En cambio, un valor alto puede generar unión incorrecta entre parches. Esto es fundamental, ya que afectará la red de corredores que se genera en el **Toolbox Paso 2**. Ejemplo:



PASO 2. Red de matriz permeable

En este paso se calcularán las rutas de conectividad más cortas que conectan parches que cumplen los requerimientos de hábitat de la especie focal.

El **PASO 2** se realiza a través de la herramienta "**Build Network and Map Linkages**" del programa "**Linkage Mapper V1**" (McRae y Kavanagh, 2013).

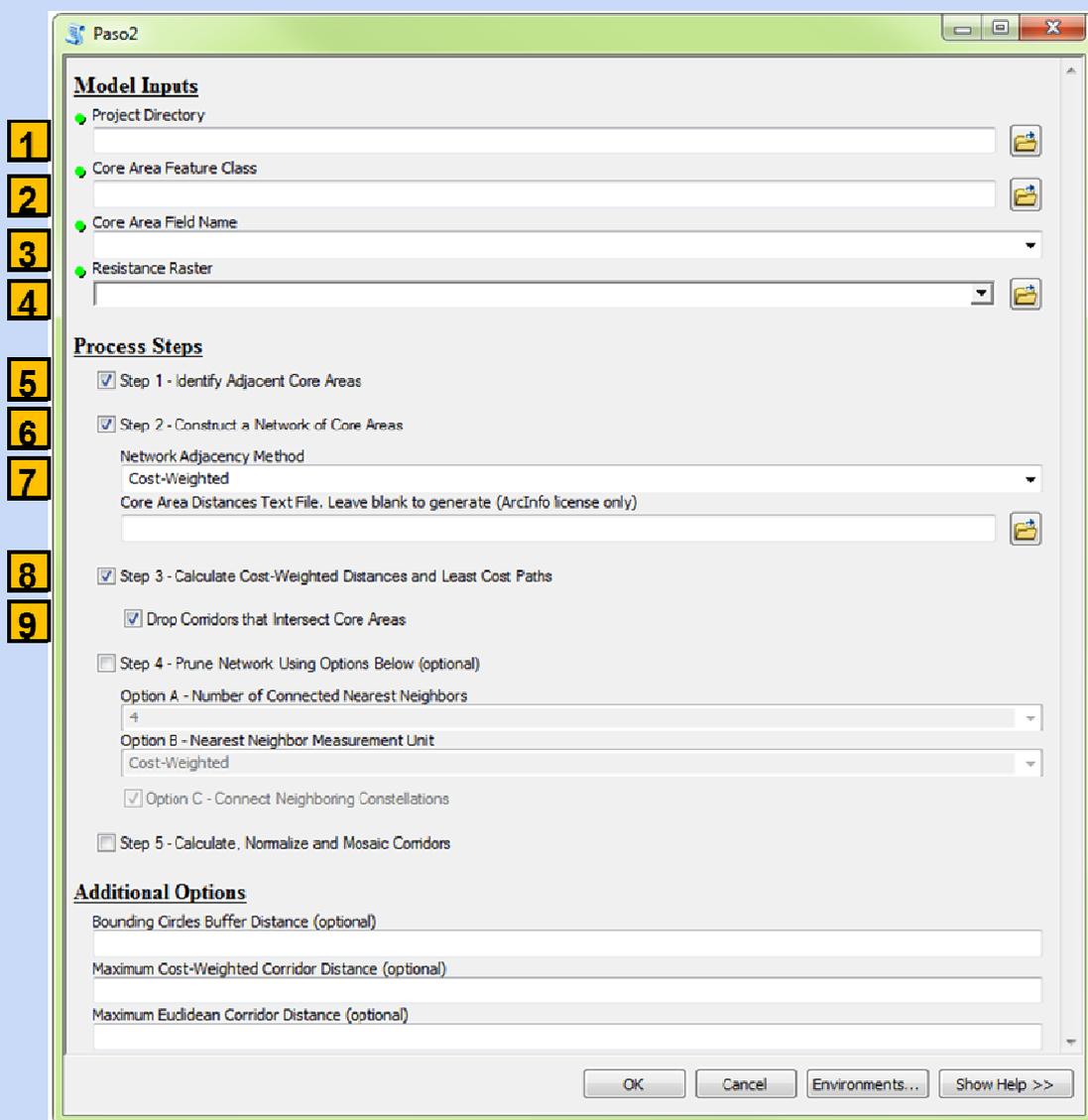
¡IMPORTANTE!

Es requisito que antes de utilizar esta herramienta modifique la "**Configuración regional y de idioma**" de tu computador. Esto es debido a que el programa viene configurado para los símbolos en Inglés de estados Unidos y la configuración en español nos dará problemas. Para solucionarlo debes ir al **Panel de control** de tu equipo, seleccionar en ver por **Categorías** y presionar **Reloj, Idioma o región**, luego **Cambiar formato de fecha, hora o número**, finalmente

en la pestaña **Formatos** debe estar la configuración en **Español (Chile)**, hacer clic en **Configuración adicional**. Finalmente en **Símbolo decimal** poner un punto y en **Símbolo de separación de miles** poner una coma.

¡No te preocupes, esto no causará ningún daño en tu computador y puedes restaurar los símbolos en español luego de ocupar la herramienta **PASO 2!**

Utilizaremos dos coberturas generadas como resultado del Paso anterior. Estos insumos son cargados automáticamente a la vista actual de **ArcMap** luego de finalizar el procesamiento del **PASO 1**.



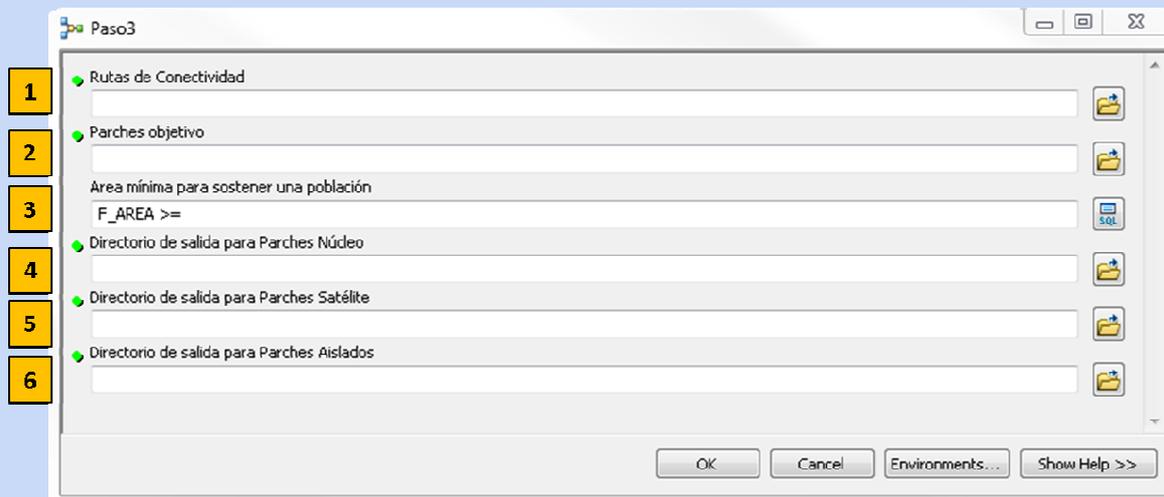
Parámetros de entrada Tool Paso 2:

1. Elegir el directorio de salida.
2. Ingresar los fragmentos de bosque entregados por el Paso 1.
3. Elegir el atributo identificador (**ID_Paso2**) que individualiza a cada uno de los fragmentos de bosque.
4. Ingresar el raster de la matriz permeable entregado en el Paso 1.
5. Marcar la casilla **Step 1**.
6. Marcar la casilla **Step 2**.
7. En **Network Adjacency Method** elegir la opción **Cost-Weighted**.
8. Marcar la casilla **Step 3**.
9. Marcar la casilla **Drop Corridor that intersect Core Areas**.

*En **Additional Options > Maximum Euclidean Corridor Distance** agregar la distancia máxima que permite generar un corredor para la especie foco. por ejemplo en el caso del Monito del Monte, la distancia sería 500 m.

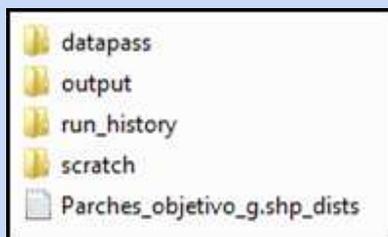
PASO 3. Fragmentos y Componentes que sostienen una población

El **PASO 3** identifica y clasifica el paisaje para cada especie focal en tres categorías de parches: Parches núcleo, satélite y aislados (Figura 6.1)



Parámetros de entrada Tool Paso 2:

1. Ingrese la red vectorial "**lcpLines_s3**" que se encuentra en la carpeta "**datapass**" del directorio de salida escogido en el **PASO 2**:



2. Ingrese los fragmentos de bosque “parches objetivo” entregados por el **PASO 1**.

3. Ingrese luego de la sentencia **F_AREA** >= el área mínima en hectáreas que permite sostener a una población de la especie objetivo. Por ejemplo, para el Monito del Monte la expresión sería: **F_AREA** >= **200**

4. Seleccione el directorio de salida e ingrese el nombre para el archivo de parches núcleo.

5. Seleccione el directorio de salida e ingrese el nombre para el archivo de parches satélite.

6. Seleccione el directorio de salida e ingrese el nombre para el archivo de parches aislados.

GLOSARIO

Conectividad: el grado en que un paisaje facilita o impide el movimiento entre parches de recursos. La fragmentación a menudo impide el desplazamiento de individuos, lo que puede involucrar desde el movimiento a corta distancia a desplazamientos migratorios. La conectividad es una relación funcional entre los parches de hábitat debido a su contagio espacial y la respuesta de movimiento de los organismos a la estructura del paisaje.

Corredor: Un parche del paisaje lineal o en forma de franja que conecta físicamente dos o más parches de hábitat que estaban conectados históricamente.

Fragmentación del hábitat: un proceso y estado de interrupción de la continuidad a nivel de paisaje, en el que un hábitat particular es subdividido en fragmentos más pequeños y aislados por una matriz de no-hábitat. Este proceso casi siempre está ligado a una **destrucción o pérdida de hábitat**, sin embargo ambos conceptos son distintos (Ver figura al final). La pérdida de hábitat involucra una disminución de la superficie de hábitat total en el paisaje, mientras la fragmentación de hábitat se refiere a cambios en la configuración espacial del hábitat, generando una subdivisión de bloques de hábitat en fragmentos, en el cual se genera: 1) un incremento del número de parches de hábitat, 2) una disminución del tamaño medio de los parches y 3) un incremento del aislamiento de los parches. La pérdida de hábitat también puede generar los dos últimos efectos (Ver Figura).

Hábitat: constituye la suma de todos los espacios y recursos que son explotados por una especie. el hábitat es específico para cada especie, podría ser sólo un tipo vegetacional particular, no obstante a menudo para las especies es el resultado de la explotación de recursos en más de un tipo de ambiente o formación vegetacional.

Matriz: En un paisaje es la inversa del hábitat, correspondiendo a los espacios que casi no son usados por una especie. Al igual que el hábitat, la matriz es especie específico.

Paisaje: aunque es un concepto de amplia definición, mayor parte de ecólogos de paisaje coinciden un paisaje es una superficie de tierra heterogénea y estructurada. Su unidad básica es el parche. El tamaño y delimitación de un paisaje depende de los objetivos de manejo y/o investigación y variará en función de la percepción de los organismos.

Parche: una superficie de tierra con una cobertura o uso relativamente homogéneo, constituyendo la unidad básica del paisaje.

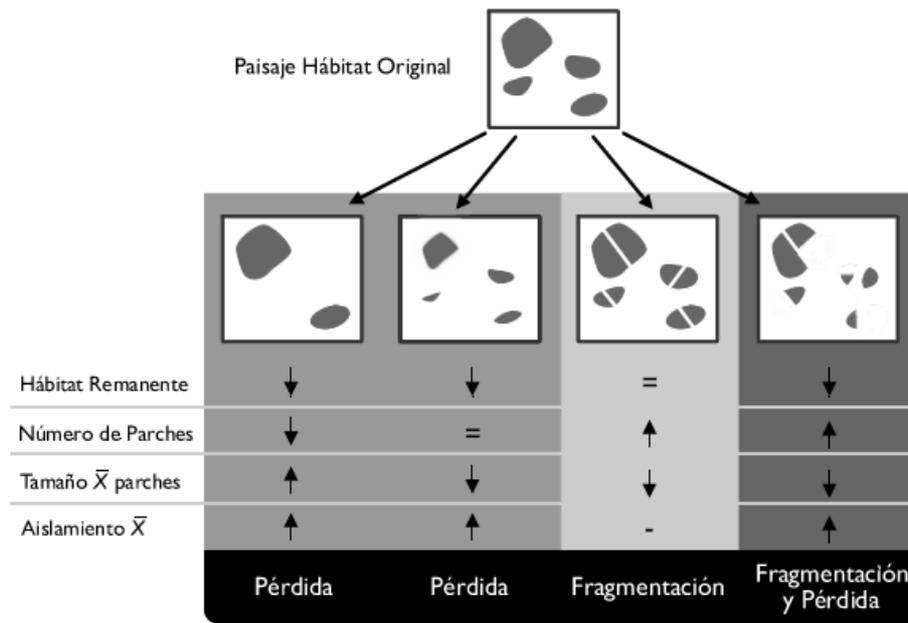


Figura. Ilustración de procesos de Pérdida y Fragmentación del hábitat. En los dos primeros casos el paisaje original sufre modificaciones en su configuración por Pérdida, por Fragmentación en el tercero y un efecto conjunto en el último.