

Desarrollando Paisajes Biológicos y de Amenazas a partir de principios ecológicos fundamentales, un enfoque paso-a-paso

Planificación para proyectos de conservación exitosos

La conservación efectiva de la vida silvestre requiere que se considere la compleja combinación de factores biológicos, sociales, y económicos que influyen la integridad ecológica de los paisajes; y que los esfuerzos de conservación se concentren en las actividades que tengan el mayor impacto positivo sobre las poblaciones de vida silvestre y sus hábitats. Requiere además que exista una comprensión clara de las necesidades ecológicas de las especies y de las actividades humanas que tienen un impacto sobre ellas.

El Enfoque Especies Paisaje (EEP), desarrollado por el Programa Paisajes Vivientes de la WCS, provee un enfoque coherente y las herramientas prácticas necesarias para guiar una conservación in-situ basada en las necesidades de la vida silvestre que se encuentra dentro de grandes paisajes que están bajo influencia humana (Sanderson et al. 2002). Este proceso secuencial para la planificación y la implementación de acciones de conservación incluye: (1) modelos conceptuales para definir claramente las metas y los objetivos de un programa (ver *Manual Técnico 2*); (2) un enfoque participativo para priorizar e identificar las actividades humanas que amenazan paisajes y a la vida silvestre que se encuentra dentro de ellos (ver *Manual Técnico 1*); (3) un proceso objetivo y transparente para llevar a cabo la selección de un conjunto complementario de especies objetivo que, de ser conservado, ayudará a proteger toda la biodiversidad que se aloja bajo su sombra (ver Especies Paisaje; Coppolillo et al. 2004 y *Manual Técnico 6*); (4) procedimientos para identificar la calidad del hábitat de las Especies Paisaje y los impactos de las amenazas causadas por los humanos en esos hábitats; (5) recomendaciones para crear un “Paisaje de Conservación” que permita darle un enfoque espacial a las actividades de conservación; (6) un proceso participativo para priorizar y planear de manera estratégica las intervenciones; y (7) recomendaciones para desarrollar un esquema de monitoreo efectivo (ver *Manual Técnico 3*).



© Michale Glennon/WCS

Este manual es una guía para desarrollar Paisajes Biológicos y de Amenazas (paso 4 mencionado arriba). Las ideas que se presentan deberían ser de interés para todas las personas que practican la conservación; sin embargo, se obtendrá un mayor provecho de ellas si es que previamente: (1) se ha leído la descripción del EEP disponible en la página web del Programa Paisajes Vivientes, y (2) se han seleccionado las Especies Paisaje y se han identificado las actividades humanas críticas que amenazan a la vida silvestre dentro del paisaje de interés (Pasos 2 & 3 mencionados arriba).

La creación de Paisajes Biológicos y de Amenazas es una tarea difícil y desafiante. Ésta se lleva a cabo además teniendo en cuenta tres objetivos: (1) mostrar cuál es el mejor hábitat para cada una de las Especies Paisaje, (2) mostrar dónde es que están ocurriendo las amenazas más importantes causadas por humanos y cómo es que ellas tienen un fuerte efecto sobre las especies, y (3) usar los Paisajes Biológicos y de Amenazas para crear un Paisaje de Conservación—un mapa espacial de las prioridades a tener en cuenta durante el desarrollo de la conservación (ver *Figura 1*). Por ahora, nosotros nos concentraremos en el desarrollo de Paisajes Biológicos y de Amenazas. Las recomendaciones para crear Paisajes de Conservación, establecer objetivos de población, y dirigir las intervenciones serán presentadas de manera detallada en futuros manuales técnicos y boletines.

Figura 1. El concepto original de la superposición de paisajes biológicos y humanos.



Parte I. Visión general

¿Qué son los Paisajes Biológicos?

Los Paisajes Biológicos son mapas de distribución de las Especies Paisaje (objetivos de conservación). Por lo general, son mapas de “calidad del hábitat”¹ que indican la capacidad de determinadas áreas para mantener especies a lo largo de su ciclo de vida.

Estos mapas de calidad del hábitat son diseñados para reflejar la abundancia de animales en el terreno—áreas con una alta calidad tendrán una alta abundancia animal y áreas con una baja calidad tendrán una baja abundancia animal. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los mapas de “calidad del hábitat”, incluso aquellos que pueden ser calificados como precisos, puede que no lleguen a reflejar la abundancia de animales que realmente existe sobre el terreno. Por ejemplo, es posible que un hábitat con una alta calidad, que en teoría podría mantener a muchos animales, tenga pocos animales. Dos de las razones más comunes para que esto suceda son la “dinámica de fuentes y sumideros” y la “demora temporal” (ver *Lecciones Aprendidas 1*).

Aunque la versión más típica de un Paisaje Biológico es un mapa de la distribución “potencial” de una especie dada la ausencia de amenazas de origen humano (ver *Figura 2*), en muchos casos ha resultado útil construir diferentes versiones de estos mapas de distribución, incluyendo, por ejemplo, la distribución “actual” y “futura” de la especie (ver *Lecciones Aprendidas 3*).

¹ Nota: algunas personas prefieren usar otros términos o conceptos similares, estos incluyen “efectividad del hábitat”, “idoneidad del hábitat”, “capacidad del hábitat”, etc. Nosotros sugerimos no perder mucho tiempo tratando de encontrar el término que pueda ser considerado como el más adecuado.

Lecciones Aprendidas 1

¿Por qué se desearía estudiar bacterias y plantas?

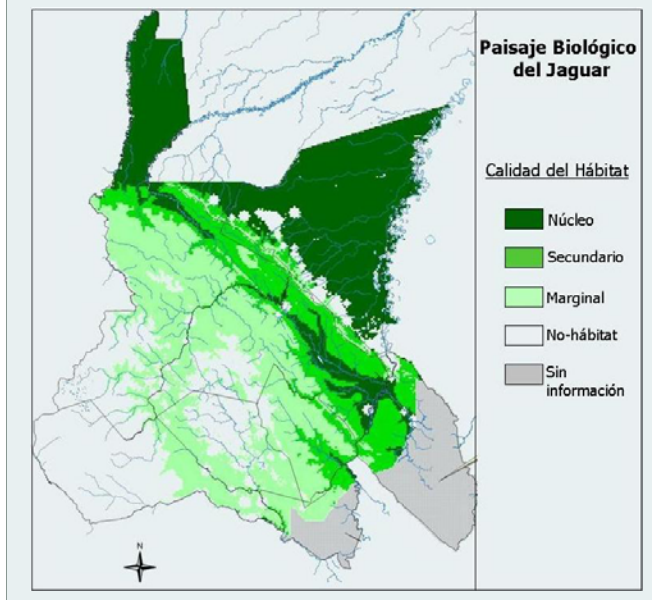
Años estudiando diferentes criaturas les han enseñado a los ecólogos que es mucho más difícil entender y predecir las dinámicas de población de especies grandes y de larga vida, como por ejemplo los elefantes y los osos, que hacerlo con criaturas de corta vida, como por ejemplo las bacterias. Largas vidas y cuerpos grandes se traducen en “demoras temporales” cuando las causas y sus efectos no se encuentran sincronizados. Por ejemplo, para varias criaturas grandes, como los elefantes, los periodos con una baja producción de alimentos no se traducen rápidamente en altas tasas de mortalidad, sino en una reducción de la reproducción y en un retraso en la maduración sexual. Los impactos de una disminución en la calidad del hábitat sobre la abundancia pueden no ser detectados por décadas, sino recién cuando muchos de los elefantes viejos empiecen a morir y no existan suficientes elefantes jóvenes para reemplazarlos. La población humana también está experimentando este mismo efecto—nuestras tasas de mortalidad están cayendo, pero la población total sigue creciendo.

Otro problema con las criaturas grandes, a diferencia de las plantas, es que ellas se mueven, y por lo tanto las causas y los efectos pueden suceder en diferente lugares. Esto genera situaciones particularmente complejas (por lo menos para quienes llevan a cabo la modelación espacial), como por ejemplo las dinámicas de fuentes y sumideros. Considérese por un momento el caso de los osos en la región del lago Tahoe en Nevada y Utah, en los Estados Unidos (Beckmann y Berger 2003). El que las personas en la ciudad dejen abiertos sus cubos o depósitos de basura origina que los osos que se encuentran en el bosque se alejen de sus hábitats de primera calidad (la fuente) y se dirijan por la noche a la ciudad (el sumidero). En la ciudad, muchos de estos osos reciben disparos o son atropellados por autos.

Ahora bien, este tipo de situaciones—cuando la amenaza ocurre en lugar o tiempo determinado, pero el impacto sobre las poblaciones ocurre en un lugar o tiempo diferente—son suficientes para complicarles la vida a los encargados de la modelación espacial. Nosotros estamos aprendiendo a incorporar estas complicaciones, pero nos queda todavía un largo camino por delante. Por el momento, nosotros sugerimos no complicar demasiado las cosas—asumir que la calidad del hábitat (y los cambios de origen humano que ella sufre) se encuentra altamente correlacionada con el número de animales (y sus cambios) en nuestros mapas. Sin embargo, es necesario reconocer que no siempre existe una asociación clara entre la calidad del hábitat y la abundancia (y las amenazas y los cambios poblacionales), por lo menos en el lugar y el tiempo más inmediatos. Finalmente, también hay que tener en cuenta que, cuando el objetivo es una mejora en la calidad del hábitat o la prevención de futuras disminuciones, eventualmente se observará un impacto sobre las poblaciones de animales.

Para información adicional, ver Van Horne (1983) y Pulliam (1988).

Figura 2. Un Paisaje Biológico clásico que muestra la calidad potencial del hábitat de los jaguares en el Paisaje Madidi, Bolivia.



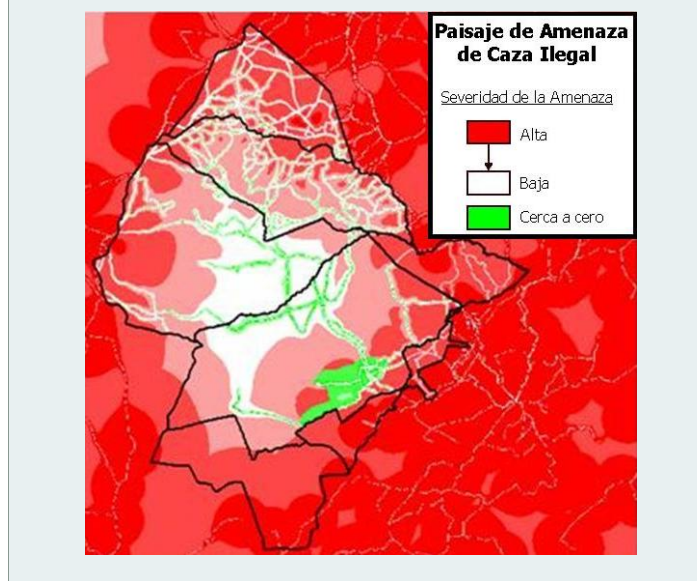
¿Qué son los Paisajes de Amenazas?

Paisajes de Amenazas son mapas de distribución de las actividades humanas que afectan a las Especies Paisaje. Por lo general, lo que se hace primero es construir mapas de amenazas sin considerar cómo es que ellas afectan a una especie en particular- representando la severidad “relativa” de la amenaza en diferentes lugares. Más adelante, se transforman estos mapas generales de “severidad” en mapas específicos para determinadas especies. Esto permite que se desarrollen mapas de impacto “relativo” (por ejemplo, la caza ilegal tiene un fuerte impacto sobre los elefantes pero no sobre las aves cantoras). En la mayoría de casos, el patrón espacial de un impacto generado por una amenaza es bastante similar para todas las especies (léase, las áreas “buenas” y “malas” son las mismas para todas las especies). Sin embargo, en relación con algunas amenazas particulares, es necesario contar con mapas específicos para cada especie (por ejemplo, para los elefantes, la presión originada por la caza puede ser muy fuerte en un lugar determinado; mientras que para el resto de especies este tipo de presión ocurre en un lugar distinto).

Mientras que los Paisajes Biológicos reflejan patrones de abundancia animal, los Paisajes de Amenazas deberían reflejar patrones con relación a cómo las amenazas *reducen* la abundancia animal. En otras palabras, las áreas con un nivel de amenaza alto han experimentado o experimentarán una disminución relativamente grande en la abundancia animal, y las áreas con un nivel de

amenaza bajo han experimentado o experimentarán una pequeña disminución en la abundancia animal. Sin embargo, hay que tener en cuenta, una vez más, que el nivel de severidad de una amenaza en un mapa no refleja necesariamente el nivel actual de disminución en la abundancia animal que está ocurriendo en el terreno. Por ejemplo, lugares que tienen un nivel de amenaza bajo pueden estar experimentando una gran disminución en la abundancia animal debido a una amenaza que está ocurriendo en otro lugar. En otras palabras, los mismos problemas en relación con las “dinámicas de fuentes y sumideros” y las “demoras temporales” se observan cuando se desarrollan Paisajes de Amenazas (ver *Lecciones Aprendidas 1*). En consecuencia, en algunos lugares ha sido necesario distinguir formas de amenaza “Pasadas” y “Futuras” (ver *Lecciones Aprendidas 3*).

Figura 3. Un Paisaje de Amenaza clásico que muestra patrones de caza ilegal en el Paisaje Rungwa-Ruaha, Tanzania.



¿Qué son los Paisajes de Conservación?

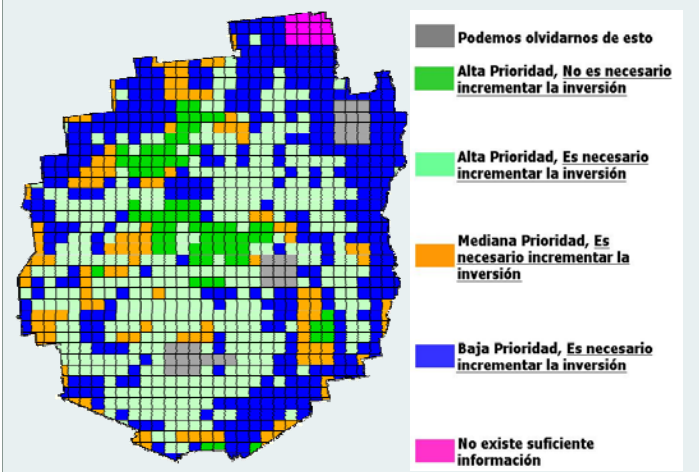
Aunque no se va a discutir aquí en detalle cómo crear Paisajes de Conservación, es importante tener una idea básica sobre ellos y entender cómo los Paisajes Biológicos y de Amenazas tienen un rol en su creación. Dicho de manera simple, los Paisajes de Conservación son mapas comentados con relación a las prioridades de la conservación. Ellos señalan los lugares que tienen alta o baja prioridad en relación con la inversión de tiempo y dinero, los lugares que “ya han sido conservados”, y los lugares que “están fuera de cuestión” (como ciudades) porque tienen poco valor en términos de conservación (ver *Figura 4*). Estos mapas pueden también ser comentados o anotados para caracterizar las acciones de conservación que se están llevando a cabo en lugares específicos.

Los Paisajes Biológicos y de Amenazas pueden ser usados para mostrar dónde es que las acciones de conservación pueden tener el mayor impacto. Por ejemplo, los lugares que tiene una “calidad potencial del hábitat” que puede ser considerada como alta y un nivel alto de “amenaza” son lugares donde se podría conservar un número grande de animales, ya sea mediante un incremento de sus poblaciones o mediante la prevención de pérdidas futuras.

Es claro que a veces los lugares donde se podrían tener los mayores impactos no son necesariamente los lugares que uno quiere conservar. ¿Qué es lo que se puede hacer si es que una amenaza, que ocurre en un determinado lugar y que está causando una inmensa reducción en poblaciones de animales, es muy difícil de eliminar o revertir (por ejemplo, la conversión de tierras en tierras agrícolas)? ¿Qué es lo que se puede hacer si es que la gente local es inflexible en su oposición a la conservación? Cuando se toman decisiones sobre las prioridades para la conservación, tan importante como evaluar los impactos potenciales, es evaluar el *costo* potencial de las acciones de conservación.

Nosotros sugerimos estar atentos a la publicación de un nuevo manual técnico sobre el desarrollo de Paisajes de Conservación. En él se podrá encontrar una discusión detallada sobre cómo usar los Paisajes Biológicos y de Amenazas, junto con otra información relevante, para decidir dónde se quiere trabajar.

Figura 4. Un ejemplo hipotético de un Paisaje de Conservación para las Adirondacks (no el mapa real).



Parte II. Alguna información de contexto sobre modelos

Los Paisajes Biológicos y de Amenazas son modelos espaciales—modelos que representan la distribución espacial de algo (ubicación y cantidad). Este manual ha sido diseñado principalmente para ayudar a al-

guien que no tenga mucha experiencia con la modelación espacial. Asimismo, pretende ser una guía para el desarrollo de Paisajes a través de un proceso lógico. Aunque nosotros trataremos de hacer que este proceso sea lo más lógicamente posible, no se debe esperar que sea fácil o rápido, ni que sea algo acabado. Hay que tratar de ver este proceso de modelación como algo equivalente a un marco para un manejo adaptativo. Es decir, los modelos representan nuestro entendimiento actual (una hipótesis), y éste es continuamente puesto a prueba y actualizado con nueva información. Si bien es cierto que los modelos son *siempre* simplificaciones y son *siempre* imperfectos, es cierto también que son útiles porque nos permiten orientar nuestras acciones de conservación de acuerdo con el mejor conocimiento actualmente disponible.

Teniendo en cuenta nuestros objetivos, existen dos tipos básicos de modelos espaciales. Los **Modelos empíricos** (también conocidos como modelos estadísticos) son creados a partir de observaciones de campo, preferiblemente recolectadas siguiendo procedimientos que se adecuan al rigor estadístico. De manera más específica, estos datos pueden haber sido generados a partir de: (1) estudios para estimar la abundancia actual (conteos de animales, conteos de pescadores) o índices de abundancia (por ejemplo, conteos de excremento, encuestas de opinión), (2) estudios de seguimiento de animales individuales (por ejemplo, telemetría), o (3) estudios demográficos o de comportamiento. Las asociaciones entre estos datos y las variables explicativas (por ejemplo, tipo de vegetación, precipitación) son examinadas, por lo general, usando técnicas estadísticas tales como regresiones lineales. Esto hace posible crear un modelo para predecir la distribución espacial de la característica que nos interesa.

Los **Modelos basados en principios fundamentales** (también conocidos como modelos de expertos) no se crean directamente a partir de observaciones obtenidas con muestreos estadísticos, sino a partir de información mucho más general: (1) revisión de literatura (por lo general literatura sobre otros lugares); (2) descripciones cualitativas de uso de hábitat y de severidad de amenazas; (3) la experiencia y la opinión de los investigadores, en su forma más simple; y (4) principios y conocimientos de ecología de larga data (por ejemplo, un tamaño de cuerpo grande está asociado a un rango de hogar también grande). Por lo general, nosotros construimos este tipo de mo-

delos cuando no se cuenta con datos de calidad que hayan sido recogidos mediante una observación directa y que puedan ser analizados haciendo uso de herramientas estadísticas rigurosas. Esto es precisamente lo que en general sucede cuando se trabaja con vida silvestre y sus amenazas. Los modelos basados en principios fundamentales pueden ser definidos como hipótesis que serán puestas a prueba en el futuro, cuando se tenga más experiencia y más información de campo.

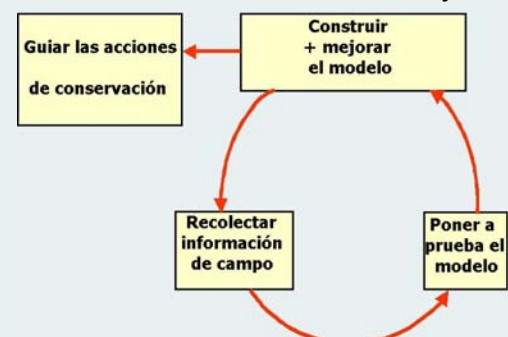
Es importante destacar que la distinción entre modelos empíricos y modelos basados en principios fundamentales es de alguna manera una diferencia artificial. La mayoría de modelos combinan la información de expertos (por ejemplo, la selección de las variables explicativas) con datos de campo. Es más, en la práctica muy probablemente el investigador terminará combinando estas dos aproximaciones. Sin embargo, cuando se comparan estos dos tipos de modelos, la literatura sugiere que los modelos empíricos ofrecen, por lo general, predicciones espaciales más precisas (Pearce et al. 2001). En esa dirección, es posible predecir con cierta precisión cuántos animales vivirán en lugar determinado cuando se tiene una muestra suficientemente grande y se cuenta con las variables explicativas apropiadas. Hay que destacar, sin embargo, que existen dos principales inconvenientes relacionados con los modelos empíricos. Primero, no sólo se necesita mucha información para construir este tipo de modelo y para ponerlo a prueba, sino que además es preferible que esta información haya sido recolectada usando procedimientos estadísticos rigurosos y no sesgados. Recolectar este tipo de información requiere invertir una gran cantidad de dinero y tiempo, algo que por lo general no se posee.

El segundo inconveniente es menos obvio, pero es potencialmente más importante. Cuando se trabaja con observaciones directas de animales es difícil, sino imposible, distinguir entre los efectos de las variables naturales (por ejemplo, topografía, precipitación) y los efectos producidos por variables de origen humano. Por ejemplo, cuando no existen gorilas en un determinado lugar, no queda claro si ello se debe a que los humanos los han matado, a que ese lugar es un mal hábitat, o si se trata de una combinación de las dos posibilidades previamente mencionadas. Por lo general se necesitan experimentos con casos de control para distinguir claramente los efectos de las variables naturales de los efectos de las variables de origen humano. Desgraciadamente, cuando se trabaja en

grandes paisajes, con animales poco comunes, y cuando las acciones de conservación suelen tener horizontes de tiempo más bien cortos, es muy raro que se puedan llevar a cabo experimentos con casos de control (Ferraro y Pattanayak 2006)

Las decisiones sobre si es que vale la pena invertir recursos para desarrollar un modelo empírico no son nunca fáciles. Además estas decisiones deben estar basadas en las metas que se tienen, la calidad de los datos con los que se cuenta (por ejemplo, tamaño de muestra, sesgos, escalas apropiadas), y las restricciones en términos de tiempo y dinero. En muchos casos, sino en la mayoría, los datos de campo serán demasiado escasos. Por lo tanto, un modelo basado en principios fundamentales será de mayor utilidad para distinguir la influencia humana de la influencia natural. Pero sí se cree que se tiene información suficiente para desarrollar un modelo empírico, nosotros recomendamos que se revisen las siguientes publicaciones: Manly et al. (2002) y Scott et al. (2002). Cualquiera sea el caso, es importante recordar una vez más que este manual está dedicado principalmente al desarrollo de modelos elaborados a partir de principios fundamentales. Ahora bien, si se decide no elaborar un modelo empírico, **no hay que deshacerse de las observaciones de campo sobre animales o actividades humanas**. Cuando se construyen modelos basados en principios fundamentales, la información de campo puede proporcionar pistas para definir qué hábitat puede ser considerado como importante, puede ayudarnos a reflexionar sobre cómo es que los animales toman decisiones, y puede ayudarnos a clarificar cómo es que los humanos están afectando a los animales. Aún más importante, la información de campo puede ayudarnos a validar nuestros modelos, sino de manera estadística, por lo menos de manera informal. Por último, hay que tener siempre en cuenta que para avanzar en conservación es necesario tomar decisiones. De creerlo necesario se puede contactar al Programa Paisajes Vivos para recibir asesoría (al final de este manual se encuentra la información necesaria para contactar al Programa Paisajes Vivos).

Figura 5. Modelación en el marco de un manejo adaptativo.



Parte III: Preguntas importantes a considerar antes de iniciar la construcción de los modelos

Antes de abrir un software para sistemas de información geográfica (SIG), es una buena idea que el investigador responda a una serie de preguntas básicas y prácticas. Dado que las respuestas a estas preguntas tendrán importantes implicaciones en relación con la construcción de los modelos, es importante comenzar el proceso de modelación teniendo en cuenta las siguientes seis preguntas:

Pregunta 1: ¿Cuál es el área focal sobre la cual se construirán los modelos Biológicos y de Amenazas?

En el lenguaje de los ecólogos de paisajes, el área focal suele ser denominada como la *extensión espacial* o como el área sobre la cual se construirán los modelos. Nosotros recomendamos que antes de comenzar a desarrollar un modelo se especifique claramente cuál es el área focal inicial. Es muy probable que durante el proceso de desarrollo de paisajes, se llegue a la conclusión de que el área focal inicial era o demasiado grande o demasiado pequeña, y que por lo tanto es necesario modificarla. Sin embargo, por lo menos durante el primer intento, hay que estar claros sobre cuál es el área focal que se está considerando y mantenerla.

Al momento de elegir el área focal hay que considerar los siguientes puntos:

- ¿Se ha trabajado históricamente dentro de un parque o una unidad política específica? ¿Se necesita trabajar más allá de esos límites para lograr una conservación exitosa de las Especies Paisaje? Si se tienen indicios de que alguna de las especies con la que se está trabajando necesita un hábitat que trascienda esos límites, es necesario considerar cuánto más allá es necesario ir (*ver Lecciones Aprendidas 2*). Pero si por el contrario, se cree *firmente* que el área en la que se ha trabajado puede o podría mantener con facilidad poblaciones funcionales de Especies Paisaje (talvez con un poco de ayuda en conservación), no hay necesidad de modelar más allá de los bordes o límites con los que se ha venido trabajando. Finalmente, hay que recordar que siempre es mejor modelar un área que resulte ser demasiado grande que hacerlo sobre un área que resulte ser demasiado pequeña.
- Hay que evitar que las fronteras o límites humanos determinen el área focal. Aunque algunos límites políticos o algunas limitaciones en relación con los datos con que se cuenta (por ejemplo, los márgenes de las escenas de satélite) suelen tener

una fuerte influencia sobre lo que se puede modelar, hay que tener siempre presente que la vida silvestre, por lo general, no respeta las fronteras creadas por los humanos. Por ello es importante que se considere el uso de criterios ecológicos (por ejemplo, límites de cuencas o divisorias de agua, límites en relación con rangos de especies, rangos batimétricos, etc.). Otra posibilidad es usar las necesidades espaciales de una Especie Paisaje para determinar el tamaño del área focal—se podría modelar dentro de límites políticos o dentro de los bordes de un parque, pero incluyendo también una zona de amortiguamiento alrededor de esas áreas. El ancho de la zona de amortiguamiento podría ser igual al diámetro más grande del rango de hogar de esa Especie Paisaje.

Una vez que se ha definido el área focal, hay que crear un archivo SIG de tipo polígono que muestre solamente sus bordes.

Pregunta 2: ¿Pertenecen algunos impactos generados por los humanos a este Paisaje Biológico Potencial?

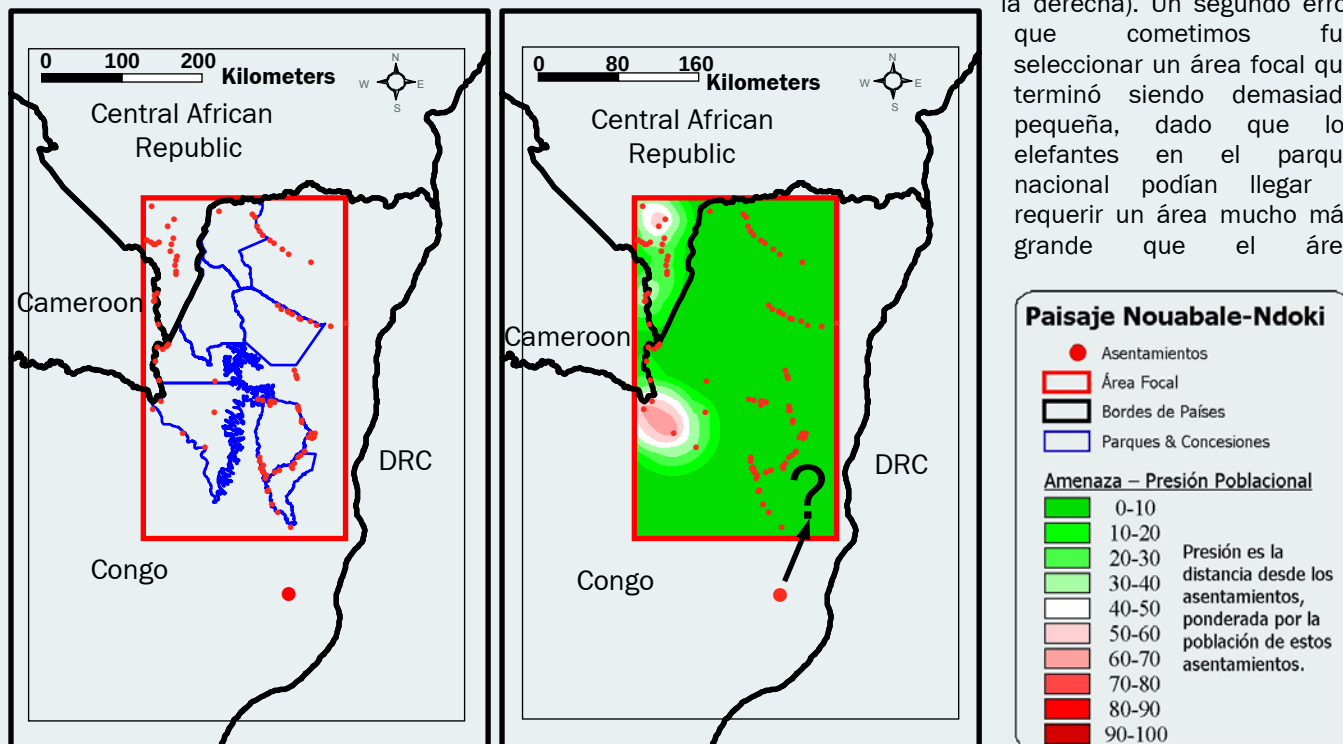
Los Paisajes Biológicos Potenciales (en oposición a formas Actuales o Futuras) representan la forma que los paisajes adquirirían si es que se lograra una disminución de sus amenazas. Desgraciadamente, en varios casos y por motivos prácticos, es muy probable que los proyectos de conservación no sean capaces de mitigar algunas de estas amenazas. Este tipo de amenazas incluye, por ejemplo, aquellas que ya tuvieron un impacto sobre la vida silvestre (por ejemplo, la destrucción de hábitats como resultado de la construcción de ciudades) y aquellas que continuarán afectando la vida silvestre en el futuro (por ejemplo, el calentamiento global). Mientras que muchos de nosotros soñamos con tener algún día paisajes completamente “naturales”, nosotros no creemos que esa sea una meta de conservación práctica, ni una manera adecuada de aproximarse al desarrollo de paisajes. Si es que una amenaza existe y se encuentra fuera de nuestra área de influencia, o si es que no se tiene planeado dar cuenta de ella durante el cronograma de nuestro proyecto, lo más adecuado sería incluir sus impactos dentro de nuestro Paisaje Biológico Potencial.

En esta línea, a continuación se presentan algunos impactos generados por actividades humanas que podrían ser consideradas dentro de un Paisaje Biológico Potencial:

Lecciones Aprendidas 2

Eligiendo el área focal

En el Paisaje Nouabalé-Ndoki, en la parte noreste de la República del Congo, las actividades de conservación se han enfocado históricamente en el parque nacional y en las concesiones forestales adyacentes (mapa a la izquierda). Al momento de planificar los paisajes biológicos y humanos, nosotros decidimos incluir un área que se encontraba más allá de esos límites porque pensábamos que ese hábitat podía ser importante para las poblaciones animales dentro del parque nacional. Nosotros establecimos los límites del área focal para nuestros modelos teniendo en cuenta lo que nosotros creíamos en relación con la distancia que los elefantes (la especie con el rango más amplio) pueden recorrer dentro del parque (incluyendo hábitats en otros dos países). Luego, recolectamos información SIG para esa zona. De manera retrospectiva, nosotros cometimos dos pequeños errores. Primero, no tuvimos en cuenta que la influencia de las poblaciones humanas que se encuentran más allá de los límites del área focal era particularmente importante. Siendo el caso que, algunos cazadores que provienen de una villa que se encuentra al sur del área focal, viajan una gran distancia para cazar animales dentro del área focal. Desgraciadamente, nosotros no recolectamos información SIG fuera del área focal, por lo tanto, nuestros mapas de Paisajes de Amenazas no reflejaban esta influencia (mapa a la derecha). Un segundo error que cometimos fue seleccionar un área focal que terminó siendo demasiado pequeña, dado que los elefantes en el parque nacional podían llegar a requerir un área mucho más grande que el área



- la destrucción de hábitats generada por el desarrollo de ciudades o pueblos
- la transformación de hábitats en tierras agrícolas
- los impactos del calentamiento global o de otras amenazas a gran escala que están fuera de nuestra esfera de influencia
- algunos impactos “inalterables” que se han generado a partir de la construcción de grandes carreteras tales como la eliminación de vegetación o la fragmentación de hábitats. Sin embargo, hay que tener en cuenta que varios impactos “indirectos”, relacionados con la construcción de carreteras pueden estar dentro de nuestra esfera de influencia (por ejemplo un mayor acceso para cazadores o la posibilidad de una futura tala del bosque con fines agrícolas a lo largo de la carretera).

A pesar de que nosotros proponemos una perspectiva más bien pragmática, es importante que *no nos enfoquemos solamente en aquello que es fácil, ni que subestimemos lo que sí se puede hacer a través de un proyecto de conservación*. En otras palabras, que la orientación práctica no nos impida tener grandes aspiraciones.



© David Wilkie/WCS

Pregunta 3: ¿Necesitamos distinguir entre una forma “Pasada” y “Futura” en relación con nuestros Paisajes de Amenazas? ¿Necesitamos una versión “Actual” de nuestros Paisajes de Amenazas?

A partir de haber usado el Enfoque Especies Paisaje en muchos lugares y con muchas especies, nosotros hemos podido darnos cuenta que la versión clásica de este enfoque, un Paisaje Biológico por especie y un Paisaje de Amenazas por amenaza, es a veces insuficiente.

En la mayoría de casos en los que se ha usado el EEP, nosotros no hemos especificado si es que la amenaza que se está considerando ocurrió en el pasado, está ocurriendo actualmente, o si puede ser considerada como una posibilidad “inminente”. Sin embargo, con cierta frecuencia, nosotros nos hemos dado cuenta que es útil contar con Paisajes de Amenazas “Pasadas” y “Futuras” (*ver Lecciones Aprendidas 3*). Cuando usamos el término Paisajes de Amenazas Pasadas, nosotros hacemos referencia a los impactos y al patrón espacial de una amenaza *hasta el momento actual*. Cuando usamos el término Paisajes de Amenazas Futuras, nosotros hacemos referencia a los impactos que una amenaza puede tener en un periodo que va *desde el momento actual hasta un momento determinado en el futuro* (por lo general 5-10 años). La mejor manera para distinguir entre la representación pasada y futura de una misma amenaza es considerar si es que las poblaciones han sufrido o no una reducción en el pasado. El Paisaje de Amenazas Pasadas debe representar las reducciones que ya han ocurrido, mientras que el Paisaje de Amenazas Futuras debe aspirar a representar los cambios que ocurrirán pronto o que podrían ocurrir en el futuro.

Es posible que en algunas ocasiones se llegue a la conclusión de que no es necesario distinguir entre formas de amenaza Pasadas y Futuras—un mapa de la amenaza es suficiente y no es importante distinguir si esta amenaza ya redujo o va a reducir determinadas poblaciones. Por lo general esto es lo que sucede con las amenazas que actúan directamente sobre poblaciones (por ejemplo, caza o caza ilegal) y no será el caso para aquellas amenazas que modifican la estructura del hábitat (por ejemplo, tala de árboles o la conversión de tierras en tierras para la agricultura). Mientras que para disminuir amenazas tales como la caza ilegal, simplemente se requiere detener una actividad en curso y permitir que las poblaciones puedan recuperarse por sí mismas, sin que sea necesario una labor adicional para asistir o apurar esa recuperación. La situación es diferente cuando se consideran amenazas tales como la tala de árboles. En estos casos, es claro que una recuperación de impactos pasados requiere que se

lleven a cabo actividades diferentes (por ejemplo, reforestación) a las actividades que son necesarias para prevenir que una amenaza vuelva a ocurrir en el futuro.

Nosotros recomendamos que se discuta, en relación con cada amenaza, si es que es útil distinguir entre formas pasadas y futuras. En esa dirección, las siguientes preguntas pueden ser de ayuda:

1. ¿Necesitamos o queremos nosotros elaborar un mapa de la Distribución Actual de una Especie Paisaje (Paisaje Biológico Actual)? Para elaborar este tipo de mapa, se necesitará cruzar el Paisaje Biológico “Potencial” con las versiones que se tengan de los Paisajes de Amenazas Pasadas (léase, cómo es que las amenazas han venido reduciendo, hasta el momento actual, determinadas poblaciones).
2. ¿Ha cambiado el patrón espacial de la amenaza hasta el punto de que el patrón pasado es muy diferente del patrón actual o de probable patrón futuro?
3. ¿Son las acciones que nosotros tomaríamos para una *recuperación* de impactos pasados muy diferentes de las acciones que nosotros tomaríamos para *prevenir* impactos en el futuro?

Cualquiera sea la decisión que se tome, nosotros recomendamos ser bastante claros en relación con qué es lo que están representando los Paisajes de Amenazas. ¿Son estos paisajes una representación de la distribución de una amenaza pasada, futura o actual, o a una combinación particular de estas diferentes posibilidades?

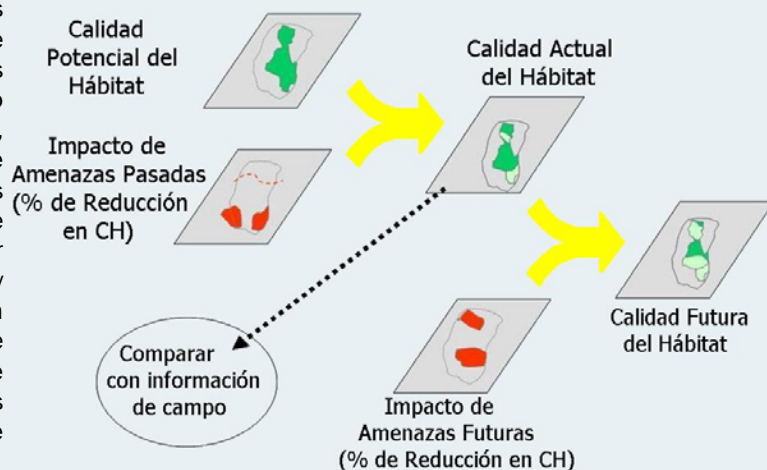


© Karl Didler/WCS

Lecciones Aprendidas 3

Diferenciando los impactos de las amenazas actuales y futuras

En los Adirondacks y en la Reserva de la Biosfera Maya, nosotros decidimos diferenciar las amenazas actuales y futuras. Era claro que la distribución espacial de algunas amenazas cambiaba considerablemente si se consideran sus formas pasadas y futuras (por ejemplo, el desarrollo en los Adirondacks). De manera diferente a lo que nosotros creíamos al principio, distinguir amenazas pasadas y futuras requirió muy poco trabajo adicional. Al distinguir estos dos tipos de amenazas, nosotros fuimos capaces de superponer el Paisaje Biológico Potencial y el Paisaje de Amenazas Pasadas para crear el Paisaje Biológico Actual, de estimar la abundancia actual, y de comparar nuestras estimaciones sobre distribución y abundancia con la información de campo. En algunos casos, era claro que las acciones de conservación orientadas a la recuperación de poblaciones de Especies Paisaje y las acciones orientadas a prevenir futuras reducciones se llevarían a cabo en lugares distintos.



Calidad Potencial del Hábitat

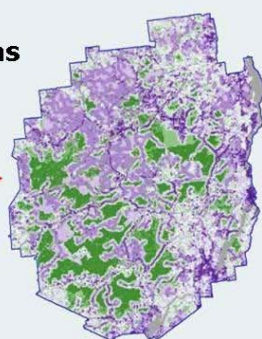


4,761 marten

Impacto de Amenazas Pasadas

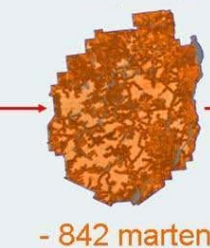


Calidad Actual del Hábitat

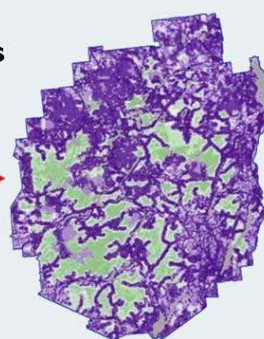


2,284 marten

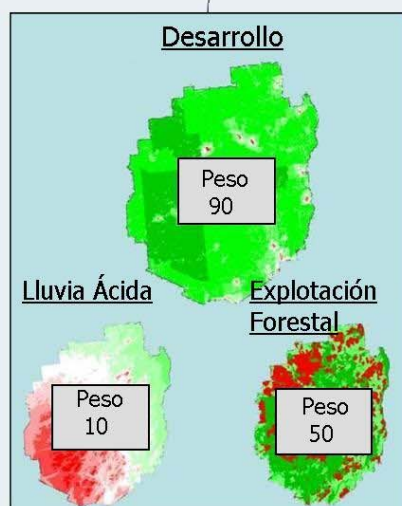
Impacto de Amenazas Futuras



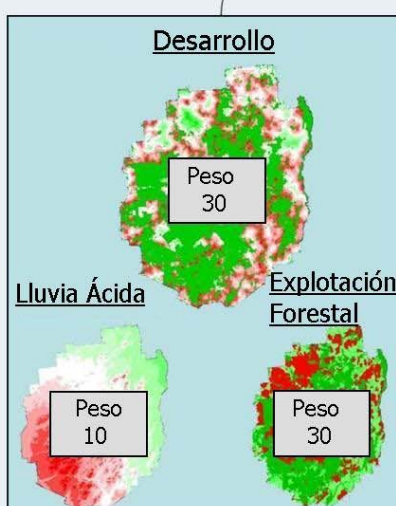
Calidad Futura del Hábitat



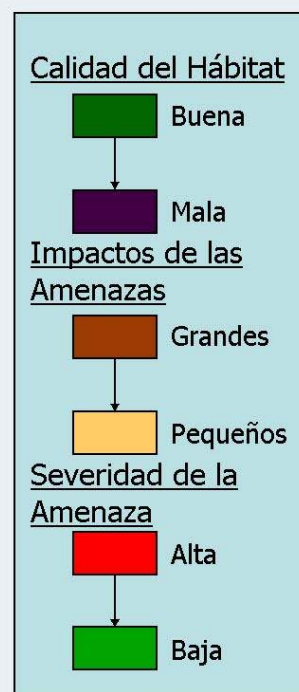
1,439 marten



Severidad de Amenazas Pasadas



Severidad de Amenazas Futuras



Pregunta 4: ¿Cuál es el mínimo de información SIG que se necesita para empezar a modelar?

Conforme se empieza a modelar, casi siempre, uno cae en la cuenta que necesita más datos SIG. Sin embargo, nosotros podemos asegurar que siempre será necesario contar con una información básica y, por lo tanto, recomendamos que se reúnan estos datos antes de comenzar con la modelación. Esta información básica incluye algún tipo de mapa de hábitat (uso de la tierra / cobertura del suelo, vegetación, estructura de arrecife, batimetría, etc.), bordes o límites jurisdiccionales, caminos, y fuentes de agua. Hay que tener en cuenta que algunas características importantes del hábitat pueden ser demasiado pequeñas como para que sean detectadas en un mapa base del hábitat (por ejemplo, depósitos de sal o charcas vernaes pueden ser muy pequeños como para que puedan ser detectados usando imágenes obtenidas con satélites). Igualmente, ciertas especies requieren que se cuente con alguna información específica. Dada esta situación, nosotros recomendamos que se haga una lista de las bases de datos SIG con las que se cuenta y que puedan ser consideradas como una de línea de base, de la información que se necesita pero que no existe, y de

cómo se pueden mejorar las bases de datos que ya se tienen. En *Lecciones Aprendidas 4* se presentan algunas fuentes relacionadas con capas de datos SIG. El Programa Paisajes Vivientes posee además una extensa base de datos con información a nivel global (para obtenerla, contactar al Programa Paisajes Vivientes).

SUGERENCIA: Es probable que se necesite información SIG que vaya más allá del área que se quiere modelar. Esto se debe a que la calidad del hábitat y la severidad de las amenazas pueden encontrarse bajo la influencia de factores que se encuentran fuera del área focal (ver *Lecciones Aprendidas 2*). En este sentido, hay que considerar el origen geográfico de las amenazas (por ejemplo, ¿de dónde vienen los cazadores?, ¿de dónde viene la polución?) y si es que esa información es necesaria.

Lecciones Aprendidas 4

Capas Básicas SIG y Fuentes de Libre Acceso

En caso que no existiesen bases de datos locales disponibles, las siguientes fuentes con información global son de libre acceso. Estos datos por lo general no tienen el nivel de detalle necesario o no son precisos a escala local; sin embargo, pueden ser considerados como un buen punto de partida. (El personal del Programa Paisajes Vivientes también ha estado trabajando en la compilación de una gran base de datos que contiene información global SIG e información obtenida con sensores remotos. El personal del Programa Paisajes Vivientes y el personal de WCS en nuestras oficinas regionales pueden proporcionar el acceso a esta base de datos).

Capa	Nombre de la Base de Datos	Proveedor	Fuente
Administrativa General e Infraestructura (límites políticos, ríos, caminos, etc.)	VMAP	NIMA	http://www.mapability.com/
	ESRI World Basemap Data	ESRI	http://www.esri.com/data/download/index.html
Población Humana	Gridded Population of the World (GPW) v. 2	CIESIN	http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/
	LandScan	Oak Ridge National Lab	http://www.ornl.gov/sci/landscan/
Cobertura del Suelo	Global Land Cover Characteristics (GLC)	USGS, Univ. of Nebraska, European Commission Joint Research Centre	http://edcdaac.usgs.gov/glcc/glcc.asp
Áreas Protegidas	World Database on Protected Areas (WDPA)	UNEP-WCMC, IUCN WCPA, ONGs Internacionales	http://geodata.grid.unep.ch/
Topografía & Elevación	Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)	NAAS, USGS	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/srtm/
Batimetría Oceánica	ETOPO5	National Geophysical Data Center (NGDC)/NOAA	http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html

Pregunta 5: ¿Se debe modelar en un ambiente raster (cuadrículas) o en ambiente vectorial (polígonos, líneas, puntos)?

Para modelar en un ambiente raster es necesario contar con ArcInfo o con la extensión para análisis espacial (para ArcView o ArcGIS). Se requiere además cierta capacitación especializada en SIG. Por lo general, una modelación usando un formato raster será más conveniente, poderosa, rápida, y necesitará un archivo de menor tamaño si se le compara con el desarrollo de un Paisaje Biológico y de Amenazas usando capas de vectores. Sin embargo, si no se cuenta con el software necesario (ArcInfo o Análisis Espacial) o si se cree que lo que se necesita es modelar haciendo uso de una capa base de polígonos (por ejemplo, comunidades de vegetación o fragmentos, jurisdicciones), es posible usar una modelación vectorial. Lo más probable es que los datos disponibles estén tanto en formato raster como en formato vectorial. Por último, cuando se esté modelando, y siempre que sea posible, se debe tratar de convertir los datos vectoriales a un formato raster (por ejemplo, distancia a las orillas, densidad de caminos).

Pregunta 6: ¿Qué resolución espacial se debe usar?

La resolución espacial o el tamaño de grano es el área mínima para la cual se desea mostrar valores en relación con la calidad del hábitat y las amenazas. En la mayoría de los casos, está será un tamaño determinado de celda en la cuadrícula o píxel (por ejemplo, 10 m o 1 km por lado). Sin embargo, si lo que se prefiere es modelar haciendo uso de polígonos, esta área muy probablemente estará basada en una jurisdicción (por ejemplo, parques, límites de un pueblo), en el límite de un ecosistema, en un tipo de vegetación, o en alguna combinación de estas diferentes posibilidades. Si se decide usar polígonos, nosotros recomendamos crear un archivo base de polígonos que muestre un polígono por cada área dentro de la cual se van a calcular los valores particulares de hábitat o amenaza. En el caso de polígonos o cuadrículas, hay que tener en cuenta que la resolución de los datos existentes (por ejemplo, cobertura del suelo obtenida a través de imágenes de satélite) limitará el tamaño de grano (por lo general a 30-100 m). Para facilitar los cálculos es preferible elegir un múltiplo de 10 (100 m, 1 km). En general, el tamaño de grano usado para la construcción del modelo no debería tener una resolución espacial más gruesa que la escala espacial que se va a usar para implementar las intervenciones y el manejo. Aunque una resolución bastante alta (léase, un

tamaño de grano pequeño) ofrece un gran nivel de detalle, también puede hacer que los archivos sean demasiado grandes como para que sean procesados con facilidad. De la misma manera, el usar información con una resolución bastante baja (léase, un tamaño de grano grande) puede hacer que se pierda de vista la variabilidad en los hábitats; algo que es necesario tener en cuenta cuando se trabaja con especies de vida silvestre. En muchos casos, y considerando la resolución de capas base que se encuentran actualmente disponibles, un tamaño de grano de 100 m a 1 km por lado será apropiado para la gran mayoría de lugares y paisajes.

Parte IV. Desarrollando Paisajes paso a paso

En esta sección nosotros presentaremos una guía paso a paso sobre el desarrollo de Paisajes Biológicos y de Amenazas. La idea es que ella pueda ser una ayuda importante para aquellas personas que no tienen mucha experiencia con el uso de modelos para la construcción de este tipo de paisajes. Aunque los procesos para desarrollar Paisajes Biológicos y de Amenazas son bastante similares, nosotros hemos decidido ofrecer recomendaciones por separado.

Paisajes Biológicos Potenciales: la calidad del hábitat en un contexto de ausencia de amenazas.

Paso 1: Entrar en la mentalidad de esta modelación. Aquí se presentan algunas recomendaciones sobre la filosofía de la modelación de hábitats.

- **No hay que comenzar con los datos, sino con la biología.** Con mucha frecuencia las personas piensan de la siguiente manera: “Dado que nosotros tenemos un mapa de cobertura del suelo, datos sobre ríos, datos sobre caminos, y datos sobre elevación; ¿cómo podemos juntar estos cuatro elementos para elaborar un modelo sobre la calidad del hábitat del jaguar?”. A diferencia de esta aproximación, nosotros recomendamos que primero se piense sobre las variables que realmente son importantes para la especie en la que se está interesado. De este modo, se podrá luego pensar de qué manera los datos que se tienen pueden ayudarnos a construir mapas para esas variables—“los jaguares necesitan una base de presas, necesitan agua, necesitan ser capaces de moverse, y necesitan sentirse seguros en el bosque. Entonces, ¿cómo se pueden usar datos SIG para representar estas variables?” (ver *Lecciones Aprendidas 5 & 7*).

- **Hay que pensar en el “largo plazo” y en “gran escala”.** Hay que tratar de no quedar atrapados pensando cómo los animales seleccionan sus hábitats durante una estación o temporada particular, o cómo los individuos toman decisiones a pequeña escala entre el “fragmento A” y el “fragmento B”. Por el contrario, nosotros creemos que hay que pensar de la siguiente manera: “Si yo soy un elefante que se mueve a través de un paisaje, ¿cuál es el mejor lugar en el que yo pueda tener mi hogar permanente?, ¿dónde puedo yo satisfacer todas mis necesidades, tener agua y alimento durante todo el año, tener un lugar para reproducirme y cuidar a mis crías, estar seguro y lejos de depredadores, etc.”.
- **Hay que pensar en abundancia, no en presencia / ausencia.** Cuando se estén desarrollando paisajes, no hay que pensar en mapas que reflejen dónde uno cree que una especie puede estar presente o ausente. Por el contrario, hay que tratar de pensar en mapas que reflejen dónde uno cree que pueden haber más o menos animales.
- **Hay que aproximarnos a nuestros paisajes como si estos fueran hipótesis.** No hay que detenerse cuando no se tenga suficiente información de campo para justificar las presunciones de nuestros modelos. Basados en la información que sí se tiene, los Paisajes pueden ser vistos como nuestras mejores conjeturas sobre cómo las especies y sus hábitats se encuentran distribuidos a lo largo del área focal. Además, una parte de nuestra investigación y de nuestros objetivos de monitoreo será recoger información adicional para poner a prueba nuestras hipótesis y mejorar nuestros Paisajes.
- **Hay que imaginar a las especies alcanzando un “equilibrio” dentro de su ambiente.** Dado que nuestros paisajes representan cómo serían las poblaciones en el caso que ellas alcanzasen un “equilibrio” con su ambiente (léase, capacidad de carga), nosotros esperamos que ellos adquieran en cierta medida una calidad hipotética. Aunque como biólogos, nosotros reconocemos que esos “equilibrios” son muy raros de encontrar dentro de los sistemas ecológicos existentes, este concepto nos permite construir modelos útiles para discutir las prioridades de la conservación.
- **Hay que calcular la calidad del hábitat para una celda de la cuadrícula, pero no hay que olvidar el contexto espacial.** Aunque la resolución (tamaño de grano) de nuestros modelos puede ser una celda de la cuadrícula, la mayoría de animales no limitan su evaluación sobre la calidad del hábitat a una sola celda de la cuadrícula (“¿es esta celda de 30 m un buen hábitat?”). Ellos evalúan la cali-

dad del hábitat teniendo en cuenta su capacidad para moverse dentro de un área que típicamente es mucho más grande que una celda de la cuadrícula (su rango de hogar). Además, mientras que la calidad del hábitat para una celda particular de la cuadrícula puede ser parcialmente influenciada por lo que sucede al interior de esa celda (por ejemplo, agricultura), es muy probable que ésta sea mucho más dependiente de lo que sucede a su alrededor (el bosque la rodea por completo, hay un arroyo a 100 m de distancia, etc.). ArcView ofrece varias alternativas para ayudarnos a evaluar el contexto espacial, incluyendo funciones de distancia y ventanas focales (ver *Figura 6*).

Paso 2: Recolectar información relevante sobre la biología de cada especie y solicitar la ayuda de expertos. Nosotros sugerimos revisar la literatura científica disponible para cada una de las Especies Paisaje. Tomar nota de las variables potencialmente importantes para la relación especies-hábitat (calidad del hábitat), de los tamaños de rango de hogar relevantes, y prestar particular atención a las diferentes escalas espacio-temporales que son reportadas (por ejemplo, tamaño anual de rango de hogar, tamaño de rangos estacionales, etc.). Además, es importante recolectar todas las observaciones de campo relevantes (de especies, de amenazas) que sea posible. De manera especial aquellas que puedan ser fácilmente incorporadas en un análisis SIG, ya que ellas son siempre de mucha utilidad para dirigir el proceso de modelación y proveen una validación informal de los modelos. Si se ha llevado a cabo la selección de Especies Paisajes usando el software del Programa Paisajes Vivientes, mucha de esta información ya ha sido recopilada como parte de ese proceso.

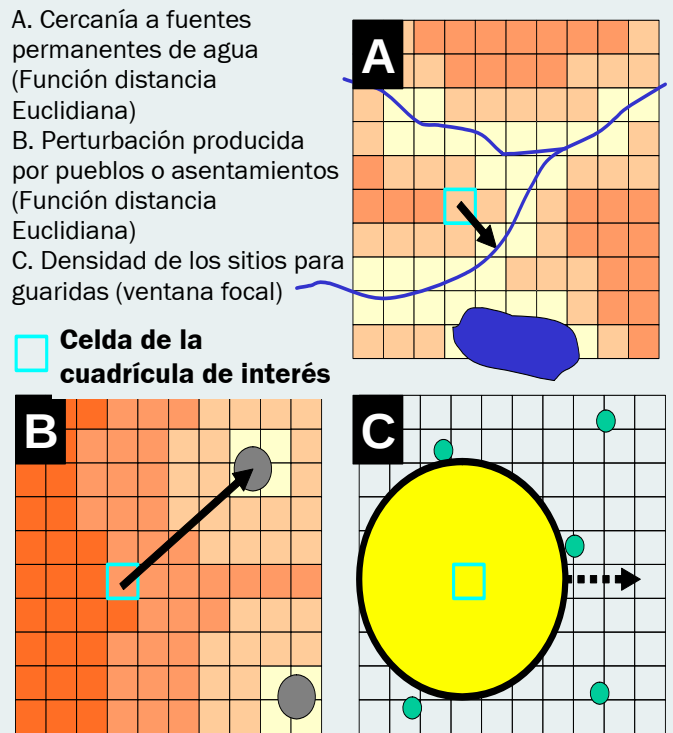
Nosotros también recomendamos que se solicite la ayuda de por lo menos un reconocido experto para cada especie. En el mejor escenario, la persona encargada de construir los modelos biológicos está familiarizada con la literatura científica existente y el experto estará presente durante la construcción del modelo. Dado que los mejores modelos se desarrollan a través de una serie de iteraciones, contar con el comentario de expertos sobre los diferentes borradores del modelo es crítico para obtener finalmente un modelo que sea de utilidad.

Paso 3: Delinear la estructura del modelo. Aunque la primera pudiera ser abrir ArcView y comenzar a manipular los datos, el proceso de modelación será más eficiente, claro, y preciso si se invierte un poco de tiempo delineando cómo es que cada Paisaje Biológico va a ser construido. Nosotros sugerimos, primero, definir las relaciones en el hábitat usando oraciones, y, luego, convertir esas oraciones en gráficos. Es increíble la claridad que se gana en relación con la modelación cuando se ha tenido que describir la lógica del modelo usando palabras. Un bosquejo del modelo será de mucha utilidad no sólo para organizar las ideas sino también, algunos meses después, cuando se revise modelo. Puede servir además como un lugar donde se pueden guardar los nombres de los archivos y sus descripciones. Si se invierte tiempo en el desarrollo de un bosquejo y se le mantiene actualizado, definitivamente se ahorrará tiempo después (*Lecciones Aprendidas 5* contiene recomendaciones y ejemplos sobre cómo delinear un modelo biológico).

Paso 4: Abrir ArcView y construir el modelo! Cuando se ha planificado el desarrollo del modelo, construirlo es relativamente fácil. A continuación se presentan algunas recomendaciones a tener en cuenta durante este proceso. Además, en *Lecciones Aprendidas 7* se pueden ver algunas sugerencias útiles sobre cómo hacer cálculos en ArcView.

- Si en cualquier momento durante el proceso se tuviera alguna duda, es preferible guardar las cuadrículas y los formatos shapefile intermedios (“Convert to Grid” o “Convert to Shapefile”) que eliminarlos. En muchos casos, será necesario volver a ellos y usarlos para diferentes especies. Una vez que se ha finalizado con los modelos, hay que invertir algún tiempo para limpiar o eliminar los pasos intermedios que no son necesarios.
- Mantener un registro de la rutina en Notepad o Word para todos los pasos (independientemente de que se guarden o no los resultados) y de cómo cada uno de ellos fue creado (las entradas, los resultados, el método usado para el cálculo, etc.). Por lo general es bastante fácil copiar las fórmulas de la herramienta “Map Calculator” del ArcView en Notepad.

Figura 6. Modelación usando el contexto espacial.



Nota: Los colores en las cuadrículas A y B muestran la distancia Euclidiana a la característica de interés más cercana (arroyos en A, pueblos o asentamientos en B). Los colores más claros muestran las distancias más cortas.

- Usar una escala de 0-100 (no de 0-1, 0-10 ó cualquier otra escala) para todos los pasos, variables, y resultados. Esto facilitará los cálculos rápidos o las estimaciones aproximadas, permitirá que se tenga la precisión necesaria durante todo el proceso, y evitará que se cometan errores de rutina. Nosotros recomendamos que la capa biológica final represente el “potencial relativo en relación con la calidad del hábitat” en una escala que vaya de 0 a 100, donde el mejor lugar en el paisaje tenga un valor de 100, y el valor de 0 signifique que la especie está completamente ausente (ver *Lecciones Aprendidas 5*).
- Cada vez que aparezca un punto decimal en una cuadrícula, hay que convertir esa cuadrícula de “punto flotante” a una “capa raster de valores enteros”. Por razones que tienen que ver con la manera en que ArcView guarda las cuadrículas, las cuadrículas que tienen un punto decimal (punto flotante) ocupan un gran espacio en el disco duro y requieren un tiempo considerable para procesar los cálculos. En otras palabras, las “capas raster de valores enteros” son mucho más eficientes (esta es una de las razones por las cuales nosotros sugerimos que no se usen escalas 0-1).

Lecciones Aprendidas 5

Diseñando el modelo para el Paisaje Biológico Potencial

Nosotros recomendamos hacer un bosquejo de este modelo usando oraciones antes de proceder a su construcción. Describir este modelo usando oraciones ayudará a clarificar el análisis y a distinguir claramente las variables explicativas. Para ello, habría que hacer lo siguiente:

a. **Listar las variables que tienen un impacto sobre la distribución de la especie en el paisaje.** Incluir las variables biológicas y aquellas actividades humanas que se cree son parte del Paisaje Biológico Potencial. Por ahora, no hay que preocuparse demasiado si es que se cuenta o no con los datos SIG necesarios para modelar esas variables. Hay que pensar en las variables que determinan los límites del rango local de la especie (presencia / ausencia dentro del paisaje) y sobre las variables que tienen un impacto importante sobre el número de animales dentro del rango local.

b. **Indicar, en relación con cada una de las variables, si es que ellas restringen la presencia de la especie en partes del paisaje, afectan la abundancia de animales pero no limitan su presencia, o ambas cosas a la vez:**

- Variables que restringen la presencia y afectan la abundancia.** Varias variables pueden restringir la presencia de una especie en áreas particulares del paisaje— estas variables o son *absolutamente* requeridas o excluirán de manera *absoluta* a la especie. Por ejemplo, un depósito de sal dentro de un rango de 10 km es requerido para que los elefantes puedan estar presentes en esa parte del paisaje. Por lo general, estas variables además tienen un impacto sobre el número de animales que viven en esa área, y, por lo tanto, modifican la calidad del hábitat. Por ejemplo, el número de depósitos de sal tiene un impacto sobre el número de elefantes que ocupa un área particular del paisaje. Otras variables de este tipo son agua, alimento, fuentes de nutrientes (por ejemplo, una fuente de agua permanente, una planta o una especie presa particular, sal), lugares de anidamiento, lugares de desove, lugares para construir guaridas, ciertos tipos de seguridad térmica o de cobertura, la presencia de ciertos competidores, variables ambientales (por ejemplo, temperatura, salinidad), y el tamaño mínimo del fragmento.
- Variables que afectan la abundancia, pero que no restringen la presencia.** Algunas variables pueden afectar el número de animales en un lugar particular, pero no necesariamente originan que la especie esté completamente ausente. Estas variables incluyen abundancia de alimento, características de calidad (por ejemplo, productividad de las plantas, edad de los bosques, tipo o densidad de presa / depredador), profundidad, pendiente, precipitación, dirección y velocidad actual, etc.
- Variables que sólo restringen la presencia.** En algunos casos poco frecuentes, una variable puede restringir la presencia de una especie en algunas áreas particulares del paisaje, pero no tener un impacto cuantificable sobre su abundancia. Por lo general esto es lo que se observa cuando nuestra comprensión de la relación entre la variable y la abundancia de especies no es muy buena, y, por lo tanto, nosotros abordamos esta relación en términos de blanco o negro (por ejemplo, nosotros sabemos que los elefantes necesitan depósitos de sal, pero no tenemos una idea clara sobre cómo el número de depósitos de sal está relacionado con la abundancia de elefantes).

c. **Identificar una capa o capas SIG necesarias para relacionar cada variable con la calidad del hábitat o la presencia / ausencia.** Si es que no se cuenta con una capa para cada variable, hay que pensar en proxies o sustitutos “aproximados” (por ejemplo, no se cuenta con un mapa de abundancia de presas, pero sí se cuenta con un mapa de temperatura del área del mar, que es un buen proxy para la abundancia de presas).

d. **Hacer explícita cada variable en términos de lo que se está midiendo y de la escala espacio-temporal, biológicamente significativa, que se está usando.** Hacer explícito qué es lo que se estará midiendo en relación con cada una de las variables, tanto en términos de unidades como de escala. ¿Se está midiendo densidad, solamente presencia / ausencia, un promedio, etc.? Además es necesario evaluar varias variables a una escala mayor que la celda individual de la cuadrícula (el tamaño de grano). La principal razón para esto es que las especies pueden moverse para satisfacer sus necesidades (por ejemplo, conseguir agua, encontrar alimento), y que los recursos en un lugar determinado se encuentran complementados por sus áreas adyacentes (dentro de las limitaciones de movimiento de la especie). Por último, es necesario responder la siguiente pregunta: “¿A qué escala espacial se estará evaluando cada una de las variables?” Nosotros sugerimos una escala predefinida en relación con el rango de hogar anual. Sin embargo, es importante reconocer que para otras especies y variables, otras escalas pueden ser más relevantes (rango de hogar estacional, rango de hogar durante el ciclo de vida, rango de hogar diario).

e. **Usar oraciones, hacer explícita la relación entre cada variable y la calidad del hábitat o la presencia / ausencia.** Considerar el efecto de cada variable *independientemente* de las otras variables—asumir que el hábitat es por lo demás perfecto para la especie (por ejemplo, “asumiendo que todo lo demás es perfecto, ¿cuál es la relación entre la densidad de los sitios de anidamiento y la calidad del hábitat?).

f. **Convertir las oraciones en gráficos o tablas que relacionen cada variable con la calidad potencial del hábitat o la ausencia / presencia.**

g. **Elaborar un diagrama de flujo que especifique los pasos del modelo**—que incluya las capas SIG consideradas, las técnicas SIG que serán usadas para manipular esas capas, y las ecuaciones que serán usadas para calcular la calidad potencial del hábitat. Hay que dedicar algún tiempo a pensar con cuidado sobre cómo se combinarán las diferentes capas en el modelo (por ejemplo, ¿se deberían sumar, multiplicar, obtener un promedio, normalizarlas, etc.). Nosotros sugerimos que se use una escala de 0-100 al momento de calcular el puntaje de las variables en el modelo. Ver **Lecciones Aprendidas 6 & 7** para ayuda adicional sobre este último punto.

Ejemplos:

- playas de anidación*
- fuelle de agua permanente / litoral*
- elevación / profundidad*
- perturbación originada por pueblos o ciudades*
- tamaño del fragmento*
- competencia con la especie X*
- tipo de cobertura del suelo*

- fuelle de agua permanente* es requerida para la presencia y afecta la abundancia
- cobertura del suelo* afecta la abundancia y determina la presencia / ausencia
- área cubierta con coral afecta la calidad del hábitat y restringe la presencia / ausencia

- perturbación originada por pueblos o ciudades* impacta la calidad del hábitat pero no restringe la presencia
- disponibilidad de playas de anidamiento* impacta la abundancia pero no restringe la presencia

- profundidad* sólo limita la presencia / ausencia
- tamaño del fragmento* sólo limita la presencia / ausencia
- competencia con la especie X* excluye a la especie y afecta la calidad del hábitat

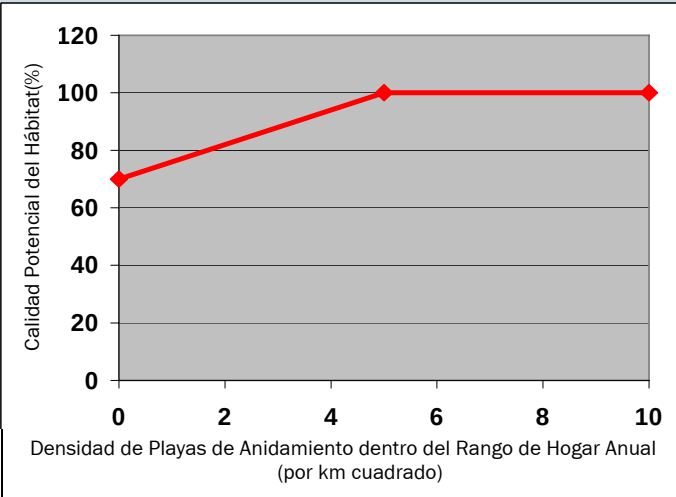
- Ver *Lecciones Aprendidas 7*

- densidad de playas de anidamiento* dentro del rango de hogar
- presencia de una fuente de agua permanente* dentro del rango de hogar en temporada seca
- el promedio de la calidad de la cobertura del suelo* dentro del rango de hogar anual
- densidad de los árboles de anidamiento* dentro del rango de hogar anual
- área cubierta con coral dentro del rango de desove

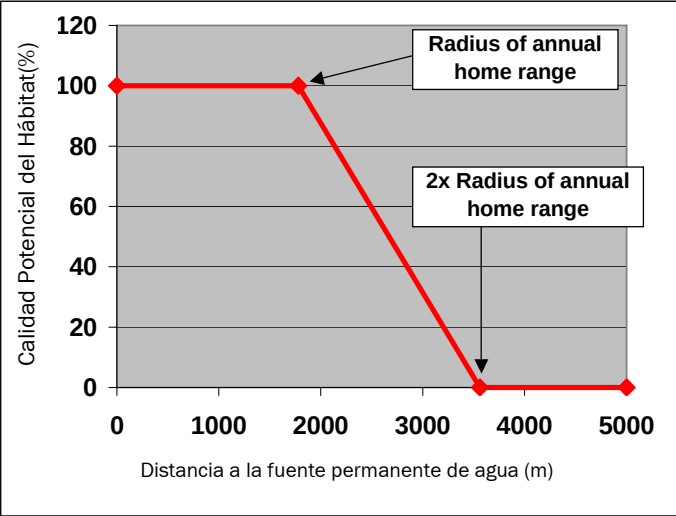
- Si la *densidad de las playas de anidamiento* es > 5/ km², y todas las demás variables son perfectas, entonces la calidad del hábitat es 100 (100%). Si la *densidad de las playas de anidamiento* es <1/ km², y todas las demás variables son perfectas, entonces la calidad del hábitat es 60.

- Ver *Lecciones Aprendidas 6 & 7*

- La densidad de las playas de anidamiento dentro del rango de hogar anual impacta la calidad del hábitat pero no restringe la presencia



- La distancia a una fuente de agua permanente impacta la calidad del hábitat y restringe la presencia



- Los tipos de cobertura del suelo dentro del rango de hogar anual afectan la calidad del hábitat y pueden limitar la presencia.

Clase de Cobertura del Suelo	Calidad Potencial del Hábitat (% con la más alta calidad de hábitat)
Bosque Perennifolio	20
Bosque Caducifolio	100
Bosque Mixto	60
Humedal Abierto	0
Humedal Arbolado	80
Urbano	5
Pradera Natural	20
Agricultura	5

Lecciones Aprendidas 6

Combinando las variables del modelo

Existen varias maneras para combinar las diferentes variables en los modelos. Por lo tanto es importante tener en cuenta cómo las diferentes combinaciones matemáticas (por ejemplo, adición, multiplicación, cálculo del promedio) pueden afectar el grado de importancia de cada una de las variables en el puntaje final.

Por lo general, si es que las variables en el modelo han sido diseñadas para ser independientes (por ejemplo, ellas limitan de manera independiente la calidad del hábitat y no compensan el efecto de otras variables), ellas pueden ser multiplicadas para calcular la calidad del hábitat. Sin embargo, algunos pasos previos pueden requerir otros tipos de cálculo.

Nosotros sugerimos seguir las siguientes recomendaciones y, al mismo tiempo, poner constantemente a prueba el modelo, evaluando si sus resultados tienen sentido.

Relaciones Multiplicativas: Se usan cuando cada variable en la relación “limita” de manera independiente el resultado. Por ejemplo, cuando cada variable representa un impacto potencial sobre la calidad del hábitat. En este tipo de relación, cada variable en la ecuación tiene la capacidad de hacer que el total sea “cero”. Usar el valor “mínimo” de varias variables es un procedimiento similar, pero en este caso el resultado dependerá de una sola variable en lugar de depender de la combinación de todas ellas.

Relaciones Aditivas y Promedios (aritméticos): Se usan cuando una variable puede “compensar” la ausencia de otra variable. Por ejemplo, la “disponibilidad de presas” puede ser la suma o el promedio de la densidad de dos especies presa diferentes.

Normalización y Estandarización: La normalización de valores usando constantes (por ejemplo, dividiendo los valores por el valor más alto para generar una escala de 0 a 1) o la estandarización de variables (cuando ellas tienen diferentes escalas), durante los diferentes pasos de la modelación, puede tener impactos inesperados sobre los resultados finales. Siempre que se lleve a cabo una normalización o una estandarización de los valores hay que pensar detenidamente en qué es lo que ellas significan.

Una vez más, nosotros sugerimos usar una escala de 0 a 100, donde 0 significa “el peor de los escenarios” (para relaciones aditivas) o “no existirán animales aquí” (para relaciones multiplicativas), y 100 significa “el mejor de los escenarios” o “el mayor valor en calidad de hábitat”.

Lecciones Aprendidas 7

Realizando los cálculos con ArcView

Una vez que se ha diseñado un plan para elaborar un Paisaje Biológico o un Paisaje de Amenazas, es el momento de usar ArcView (o cualquier otro software SIG) para llevar a cabo los cálculos necesarios. En la siguiente página se puede ver un ejemplo con los pasos que fueron necesarios para desarrollar el Paisaje Biológico para jaguares en el Paisaje Maya, Guatemala.

A continuación se muestran algunas sugerencias en relación con el uso de ArcView para llevar a cabo algunos de los cálculos más útiles. La extensión para análisis espacial es necesaria para cualquier cálculo usando cuadrículas.

Ventanas Focales para cuadrículas (promedios espaciales, sumas, etc.):
En el menú *Analysis*, seleccionar “*Neighborhood Statistics*”.

Aplicando ecuaciones en las cuadrículas: En el menú *Análisis*, seleccionar “*Map Calculator*”.

Convirtiendo Cuadrículas de Valores Enteros a Cuadrículas de Punto Decimal (Punto Flotante) y viceversa: en el menú *Analysis*, seleccionar “*Map Calculator*”. Luego seleccionar la cuadrícula que se quiere modificar, cambiar el menú desplegable de “*Logarithms*” a “*Arithmetic*”, finalmente hacer clic en el botón “*Float*” (para cambiar a puntos decimales) o en el botón “*Int*” (para cambiar a valores enteros).

Encontrando Valores Mínimos o Máximos en una lista de cuadrículas: En el menú *Analysis*, seleccionar “*Map Calculator*”. Luego ingresar la siguiente instrucción, reemplazando las partes en rojo con las cuadrículas o los comandos que se necesiten usar:

`InGridA.LocalStats(#GRID_STATYPE_MIN, {InGridA, InGridB, InGridC, ...})`

`InGridA.LocalStats(#GRID_STATYPE_MAX, {InGridA, InGridB, InGridC, ...})`

Aplicando una instrucción condicional a una cuadrícula: Instrucciones tales como “si el valor es X, entonces hacer esto, de lo contrario hacer lo siguiente” pueden ser usadas en ArcView. En el menú *Analysis*, seleccionar “*Map Calculator*”. Luego ingresar la siguiente instrucción, reemplazando las partes en rojo con las cuadrículas o los comandos que se necesiten usar:

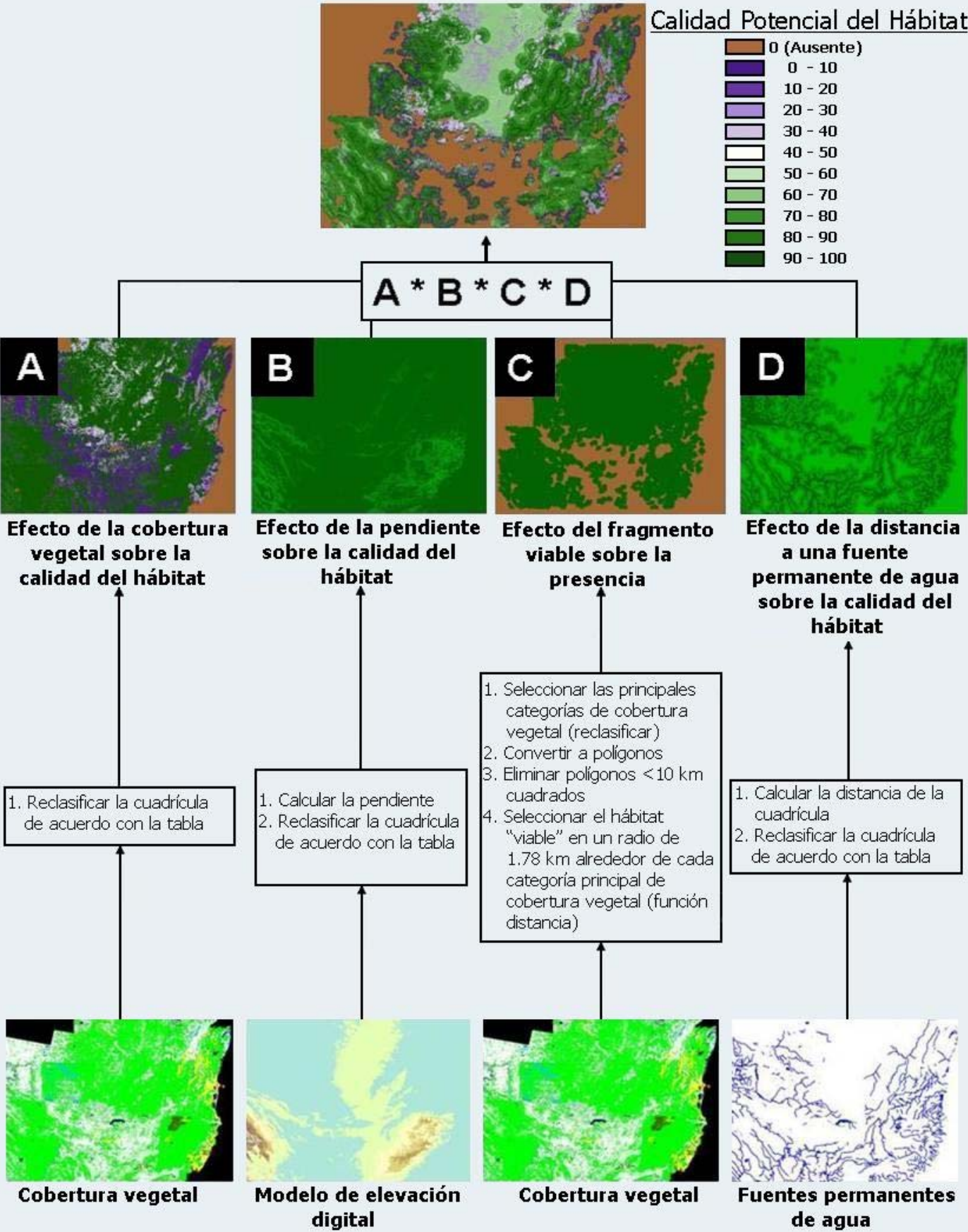
`(InGrid Condition).con((Then, Else)`

Ejemplo: `(InGrid <3000).con((Ingrid*30.AsGrid + 100.AsGrid, 100.AsGrid)`

Recalculando las Áreas y Perímetros de Polígonos: La extensión *X-tools* posee una opción para recalculer estos atributos una vez que se ha modificado un *shapefile* (cortado, unido, etc.).

Reduciendo la resolución de una cuadrícula mediante la agregación de celdas: Si se desea reducir la resolución de una cuadrícula, y se quiere además que la cuadrícula resultante sea una función de la original (como por ejemplo, un promedio o una suma) hay que conseguir la extensión *Grid Analyst*, la cual contiene la opción “*Aggregate Function*”.

Paisaje Biológico para los jaguares en el Paisaje Maya



Lecciones Aprendidas 8

Diseñando los modelos de amenaza

Al igual que con el Paisaje Biológico, nosotros recomendamos que antes de proceder con la construcción de modelos de amenazas se usen oraciones para explicar lo que se pretende con estos modelos. La mejor estrategia es, primero, explicar cada amenaza de manera individual y, luego, relacionar la severidad de las amenazas con la reducción en la calidad del hábitat para cada una de las especies (ver Paso 5 en la sección sobre desarrollo de Paisajes de Amenazas).

a Listar las variables importantes que tienen un impacto sobre la distribución de cada amenaza en el paisaje.

b Para cada variable, identificar una capa SIG que será necesaria para relacionar esa variable con la severidad de la amenaza.

c Hacer explícita cada variable en términos de lo que se está midiendo y de la escala espacial, biológicamente significativa, que se está usando. Al igual que con los Paisajes Biológicos, hay que hacer explícito qué es lo que está midiendo en relación con cada variable. ¿Se está midiendo la densidad, simplemente la presencia / ausencia, calculando un promedio, etc.? Además, hay que conseguir que cada variable esté claramente relacionada con una escala espacial que sea biológicamente significativa. Una vez más, si es que una amenaza está ocurriendo o no en una determinada celda de la cuadrícula no es lo único que se puede considerar. Puede ser también importante considerar los movimientos de las especies, que los ponen en contacto con una determinada amenaza, usando una escala espacial más amplia (por ejemplo, el rango de hogar anual o estacional).

d Usando oraciones, explicar la relación entre cada variable y la severidad de la amenaza.

e Convertir las oraciones en gráficos o tablas que relacionen cada variable con la severidad de la amenaza.

f Elaborar un diagrama de flujo que especifique los pasos del modelo—que incluya las capas SIG consideradas, las técnicas SIG que serán usadas para manipular esas capas, y las ecuaciones que serán usadas para calcular la severidad de la amenaza.

g Repetir para cada amenaza.

Ejemplo: la Amenaza originada por la Caza para Subsistencia

- Población humana
- Distancia al mercado (para pollo y carne de res)
- Costo del viaje a través de tipos de hábitat

- Población humana—censo de manzanas
- Distancia a la villa—villas
- Costo del viaje a través de tipos de hábitat—uso de la tierra / cobertura del suelo, caminos, ríos

- Población humana dentro de 10 km—número de personas (ejemplo simple)

0

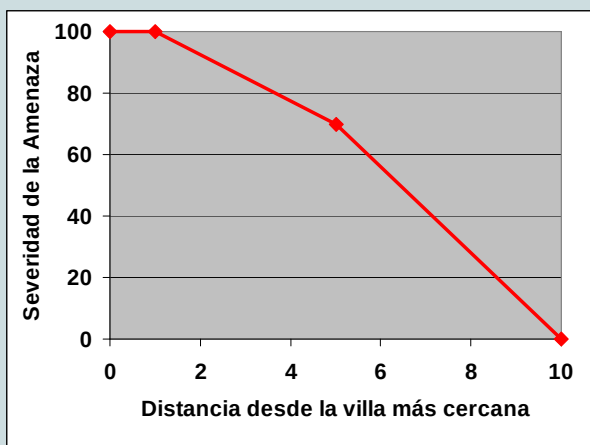
- Costo-distancia (tiempo de viaje desde las villas ponderado por población de la villa—ver Lecciones Aprendidas 9)

0

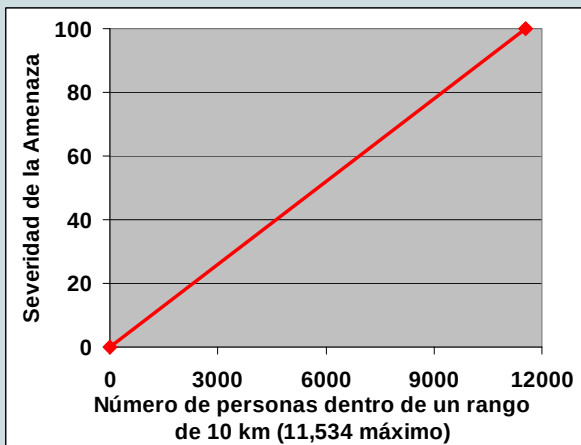
- Ver ejemplos simples más abajo
- Usar las relaciones definidas para la modelación de costo-acceso

- Ver Lecciones Aprendidas 7 & 9

- La severidad de la amenaza es máxima (100) cuando la distancia es 0-1 km, disminuye de manera lineal a 70 cuando la distancia es 1-5 km, y disminuye a 0 cuando la distancia es 10 km.



- La severidad de la amenaza aumenta en la medida que la población humana aumenta dentro de un rango de 10 km.



Paisajes de Amenazas: el impacto de amenazas sobre la calidad potencial del hábitat

Paso 1: Entrar en la mentalidad de esta modelación.

- **Hay que pensar como un animal y como un ser humano.** Los Paisajes de Amenazas requieren que se piense, teniendo en cuenta cada una de las celdas, sobre cómo es que los humanos se distribuyen a lo largo del paisaje y cómo es que ellos afectan a las especies que viven en su interior. Es necesario pensar también sobre cuántos humanos pueden usar una celda particular de la cuadrícula y qué tipo de impactos ellos generarán en relación con la calidad del hábitat. De la misma manera que con los Paisajes Biológicos, la calidad del hábitat puede estar siendo impactada por lo que está ocurriendo en una particular celda de la cuadrícula, pero además puede estar siendo impactada por el contexto que rodea a esa celda (ver *Figura 6*).
- **Los caminos como grandes “facilitadores”.** En muchos lugares va a existir la tentación de modelar los caminos como una amenaza directa y, por lo tanto, a que se trate a esta amenaza por separado dentro del modelo. Sin embargo, el mayor impacto de los caminos (de los ríos, de los senderos, etc.) consiste en que ellos aumentan el impacto de otras amenazas—permiten el acceso de cazadores, facilitan la apertura del bosque para actividades agrícolas, etc. Si se construye un modelo individual para las “amenazas originadas por caminos”, será muy difícil después distinguir este tipo de impacto en los otros modelos de amenazas. Dada esta situación, se debe considerar el desarrollo de un modelo basado en “costos de acceso” como una forma de dar cuenta de varias amenazas a la vez. Este modelo incorporaría, por ejemplo, caminos, fuentes de población humana, y costos del viaje (ver *Lecciones Aprendidas 9*). Los impactos originados por caminos que sean más directos pueden ser modelados como amenazas diferentes e independientes. Algunos impactos directos producidos por caminos, aunque por lo general menos severos, incluyen la eliminación de la vegetación para la construcción de caminos, la perturbación asociada con el tráfico, y las barreras para movimiento o dispersión.
- **¿Es necesario tener diferentes modelos de amenazas para cada una de las Especies Paisaje?** Por lo general se trabaja con alrededor de

cinco diferentes amenazas y cinco diferentes Especies Paisaje. ¿Significa esto que se necesitarán 25 modelos diferentes de amenazas (uno para cada una de las combinaciones especie-amenaza) o es posible que cinco modelos “generales” sean suficientes? ¿Son las distribuciones espaciales de cada amenaza en relación con las especies tan diferentes que es necesario contar con modelos específicos? Por lo general, la distribución espacial de la caza es la misma para varias especies—el riesgo de ser cazado siempre es más alto en un determinado lugar, independientemente de que se trate de un elefante o de un bongo. En estos casos, es suficiente construir sólo un modelo de amenaza para todas las especies, y simplemente multiplicar esta amenaza por una variable que represente su nivel de severidad para cada especie. Sin embargo, para algunas especies, los humanos actúan de manera tan diferente (por ejemplo, pesca vs. caza; caza para subsistencia vs. safari de caza) que es necesario desarrollar diferentes modelos espaciales.

SUGERENCIA: Hay que considerar la posibilidad de modelar por separado amenazas “pasadas” y amenazas “futuras” (ver *Lecciones Aprendidas 3*).



© Karl Didier/WCS

Paso 2. Recolectar datos sobre amenazas. En el caso de Paisajes de Amenazas, muchos de los datos que se usan provienen de los mapas y de la información recolectada durante la Valoración de Actividades Humanas (ver *Manual Técnico 1*), de los materiales usados durante la selección de Especies Paisaje (de manera particular los puntajes de vulnerabilidad), y del conocimiento de los expertos en las especies de interés y de otros expertos trabajando en esa área (por ejemplo, los guardaparques). Nosotros recomendamos que se incorpore la información y los mapas de la Valoración de Actividades Humanas en los modelos de amenazas, de la misma manera en la que se incorpora la información de campo en los modelos biológicos; es decir, usarlos como una guía y como una forma para validar la construcción de los modelos, pero no depender de ellos por completo. Asimismo, al momento de evaluar información sobre amenazas, es importante tener en cuenta algunos puntos.

Primero, en relación con la construcción de Paisajes de Amenazas, lo que generalmente se produce son paisajes finales para amenazas directas (aquellas que tienen un impacto directo sobre animales y sus poblaciones) en vez de paisajes sobre amenazas indirectas (aquellas variables tales como acceso o falta de manejo) que modifican la severidad o la distribución espacial de las amenazas directas. Sin embargo, es claro que nosotros usamos las amenazas indirectas como una ayuda para modelar la distribución espacial de las amenazas directas.

Segundo, mientras que la mayoría de amenazas que son importantes para el paisaje serán consideradas durante el taller. Es posible que alguna vez se pase por alto una amenaza que es particularmente importante para una especie. Por lo tanto, siempre es necesario preguntarse cuáles son las actividades que pueden ser consideradas como importantes para cada Especie Paisaje, y añadirlas a la lista de amenazas que impactan el paisaje.

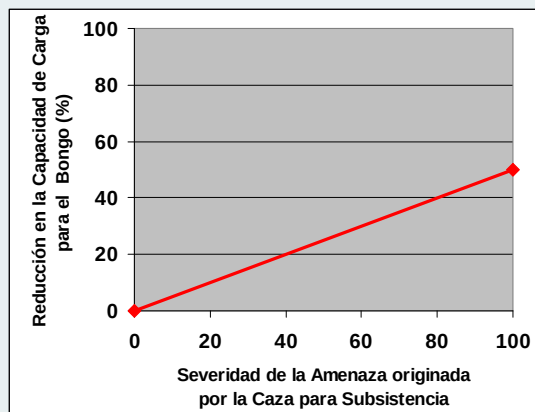
Finalmente, los mapas elaborados durante los talleres son una información muy valiosa, pero incompleta para la construcción de modelos. Esto se debe a que: (1) muy frecuentemente no poseen una adecuada resolución espacial; (2) han sido generalizados para todo el sistema o para el conjunto de las especies; (3) es muy probable que reflejen un sesgo en favor de los lugares que las personas conocen mejor, y por lo tanto sean de poca utilidad para los lugares donde la gente no pasa mucho tiempo; y (4) puede que sólo reflejen la presencia / ausencia de una amenaza, pero no la relativa severidad de una amenaza en relación con los diferentes lugares del paisaje. La meta es entonces transformar la información contenida en los mapas de los talleres para que refleje con precisión la distribución de las amenazas en el paisaje.

Paso 3: Delinear la estructura del modelo para cada amenaza. Al igual que con los Paisaje Biológicos, nosotros sugerimos elaborar un bosquejo; pero esta vez concentrándose en las variables que afectan la distribución espacial y la severidad de las amenazas. Lo primero que se necesita hacer es un bosquejo para cada amenaza, sin preocuparse de momento por cómo esa amenaza afecta a las diferentes especies. Luego, entre los pasos 4 y 8, se puede dar cuenta de la relación particular entre amenaza y especies. En *Lecciones Aprendidas 8* se puede ver un ejemplo de este tipo de bosquejo.

SUGERENCIA: Si el patrón espacial de una amenaza es muy diferente en relación con una especie particular, se debería elaborar un bosquejo para cada especie.

Figura 7. Relacionando la severidad de la amenaza con la reducción en la calidad del hábitat para una Especie Paisaje individual

Convertir los Paisajes de Amenazas generales a Paisajes específicos para determinadas especies puede ser tan fácil como multiplicar el Paisaje general (que muestre una amenaza en una escala de 0 a 100) por una constante. Por ejemplo, en el lugar más severo del paisaje, la caza para subsistencia reduce la calidad del hábitat para el Bongo en un 50%.



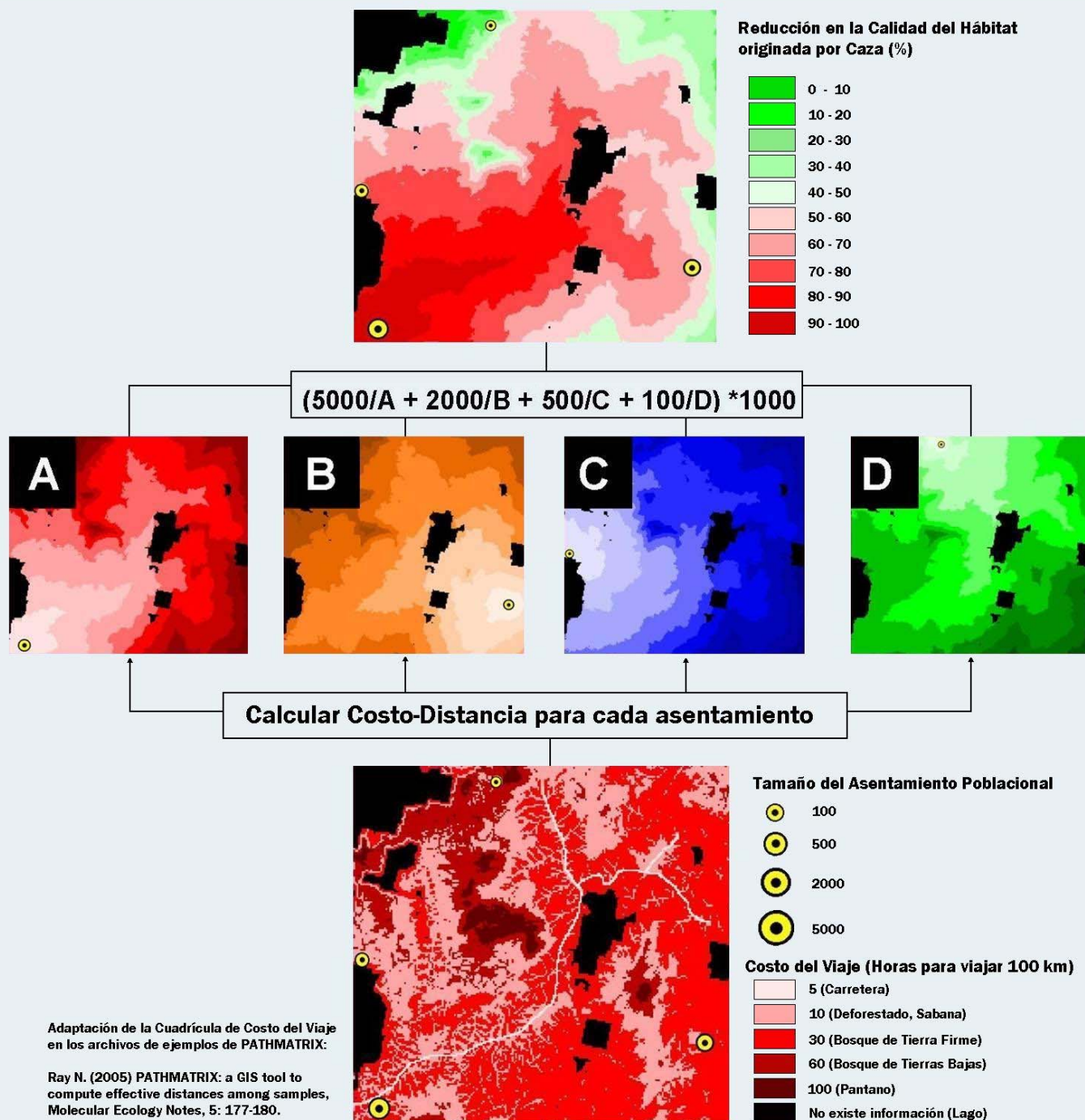
Paso 4: Abrir ArcView y construir los modelos de amenazas! Véanse las sugerencias para la elaboración de Paisajes Biológicos.

Paso 5: Convertir los modelos generales sobre amenazas (en relación con la reducción en la calidad del hábitat) en modelos específicos para algunas especies. Si los Paisajes de Amenazas son generales y no dan cuenta de las relaciones particulares entre amenazas y especies, entonces hay que convertir estos paisajes generales en paisajes específicos (ver *Figura 7*). Para ello será necesario relacionar la severidad de la amenaza con las reducciones en la calidad del hábitat para cada una de las especies. Una manera simple de llevar a cabo esto es multiplicar todo el paisaje por una variable que represente el grado de severidad con el que una amenaza particular impacta a las especies en cuestión. Por ejemplo, imaginemos una situación en la cual, en el lugar más severo del paisaje, la caza puede llegar a reducir la calidad del hábitat del elefante en un 90%. Sin embargo, en ese mismo lugar del paisaje, la caza sólo reduciría en un 50% la calidad del hábitat para el bongo. En este caso, el multiplicador sería 0.9 y 0.1 para el elefante y el bongo respectivamente.

Lecciones Aprendidas 9

Usando los análisis de *Cost-Distance* y *Path-Distance* para calcular el acceso humano

Muchas amenazas dependen de cuán accesibles sean los diferentes lugares del paisaje para los seres humanos. Por ejemplo, el riesgo de ser cazado depende en buena parte de cuán difícil es viajar desde un asentamiento humano a los diferentes sitios del paisaje. Otras amenazas de este tipo incluyen el riesgo de conversión de la tierra, el riesgo de incendios, e incluso algunas enfermedades. Una manera simple para estimar el “costo de acceso” para un determinado lugar consiste en calcular la distancia Euclidiana (línea recta) entre el destino y el lugar de origen (por ejemplo, la ciudad). Es claro que los lugares más alejados del lugar de destino tienen un costo de viaje más alto (léase, una menor presión originada por caza). Sin embargo, un cálculo más realista puede incluir la relativa facilidad con la cual las personas pueden viajar a través de diferentes tipos de cobertura del suelo. De este modo, por ejemplo, lugares de destino dentro de pantanos son más difíciles de acceder que lugares de destino a los que se puede llegar a través de carreteras. Este tipo de análisis puede llevarse a cabo en ArcView usando la extensión “*Cost Distance*” (ESRI provee acceso libre a esta extensión). Es posible además crear modelos más realistas en relación con los costos de acceso usando ArcInfo Grid (comando “*Pathdistance*”), el cual incorpora un número mayor de factores que afectan los costos del viaje, tales como la topografía y la dirección de flujo (flujo de corrientes, de viento, etc.). A continuación se presenta un ejemplo sobre cómo usar un modelo de costo-distancia para representar la amenazada originada por la caza.





Paso 6: Crear un Paisaje Combinado de Amenazas. Para cada Especie Paisaje, hay que crear un Paisaje Combinado de Amenazas que represente la reducción total en la calidad del hábitat producto de todas las amenazas (ver ejemplos en *Lecciones Aprendidas 3*). El cálculo de este Paisaje Combinado de Amenazas diferirá de caso en caso, pero por lo general consistirá en un promedio ponderado de las amenazas. Igualmente, por lo general, los pesos usados serán iguales al impacto promedio de la amenaza sobre la Especie Paisaje (posiblemente el promedio del puntaje en vulnerabilidad que se obtuvo durante la Selección de las Especies Paisaje). Si se construyen modelos de amenazas para que representen el porcentaje en el que se reduce la calidad del hábitat, la ecuación usada debería ser similar a:

$$100 - \left\{ \frac{(100 - \text{Amenaza}_1) * (100 - \text{Amenaza}_2) * (100 - \text{Amenaza}_3)}{100^{i-1}} \right\}$$

% total de reducción en relación con la calidad del hábitat (escala de 0 a 100) =

Donde i es el número de amenazas.

Por ejemplo, si tres amenazas reducen de manera independiente la calidad del hábitat en un 90%, 50%, y 10% respectivamente (como es el caso en *Lecciones Aprendidas 3*), entonces la reducción total en relación con la calidad del hábitat sería:

$$100 - \left\{ \frac{(100 - 90) * (100 - 10) * (100 - 50)}{100^2} \right\} = 95.5\%$$

Paso 7: Sobreponer el Paisaje Biológico y los Paisajes Combinados de Amenazas. Si es que se decidió separar amenazas actuales y amenazas futuras, uno debería ser capaz de calcular una capa de “calidad actual del hábitat” multiplicando el Paisaje de Amenazas pasadas (“% total de reducción en relación con la calidad del hábitat, ver arriba) con el Paisaje Biológico (ver *Lecciones Aprendidas 3*).

Calidad actual del hábitat = (Calidad potencial del hábitat) * (100 - % Total de reducción en relación con la calidad del hábitat)

Paso 8. Tómese unos merecidos días de vacaciones.

Conclusiones

¿Y ahora qué? Ahora que ya se tienen mapas razonables de la distribución potencial de especies y de los impactos generados por diversas amenazas, el siguiente paso es preguntarse: ¿De qué manera se puede usar esta información para priorizar dónde es que se debe trabajar dentro de un paisaje? En el mejor de los casos, estos modelos pueden ayudarnos a decidir qué acciones se deben tomar y a diseñar esquemas prácticos de monitoreo. Igualmente, no hay que olvidar que la recolección de información de campo para probar y mejorar nuestros modelos, así como para mejorar nuestras decisiones sobre conservación, es un componente central del manejo adaptativo.

Sin duda, para crear Paisajes de Conservación (léase, un mapa que muestre nuestras prioridades de conservación), se necesitarán Paisajes Biológicos y Paisajes de Amenazas. Asimismo, se puede considerar la posibilidad de incluir información sobre costos de conservación e información más bien general sobre oportunidades y desafíos para la conservación, así como la historia del paisaje. El Programa Paisajes Vivos se encuentra activamente involucrado en el desarrollo de métodos para identificar y mapear prioridades de conservación en el espacio. Esto incluye el uso de software especializado, tales como Marxan (Ball y Possingham 2000) y C-Plan (New South Wales 2001), para facilitar la toma de decisiones complejas. Finalmente, nosotros sugerimos revisar con frecuencia nuestra página web para acceder a nuevos manuales técnicos y boletines sobre el desarrollo de Paisajes de Conservación.



Lecturas Adicionales

Ball, I., & H. Possingham. 2000. Marxan: Marine reserve design using spatially explicit annealing, a manual. URL: <<http://www.ecology.uq.edu.au/index.html?page=27710>>

Beckmann, J.P., & J. Berger. 2003. Using black bears (*Ursus americanus*) to test ideal-free distribution models experimentally. *Journal of Mammalogy* 84(2): 594-606.

Carroll, C., M.K. Phillips, N.H. Schumaker, & D.W. Smith. 2003. Impacts of landscape change on wolf restoration success: planning a reintroduction program using dynamic spatial models. *Conservation Biology* 17: 536-548.

Coppolillo, P., H. Gomez, F. Maisels, and R. Wallace. 2004. Selection criteria for suites of landscape species as a basis for site-based conservation. *Biological Conservation* 115(3): 419-430.

Ferraro P.J. and Pattanayak, S.K. 2006. Money for nothing? A call for empirical evaluation of biodiversity conservation investments. *PLOS Biology* 4(4): 482-288.

Guisan, A. and N.E. Zimmerman. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186.

Manly, F.J., McDonald, L.L., Thomas, D.L., T.L. McDonald, and W. P. Erickson. 2002. Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies, second edition. Kluwer Academic Publishers, Dodrecht, Netherlands.

New South Wales National Parks and Wildlife Service. 2001. C-Plan, conservation planning software, user's manual. URL: <<http://members.ozemail.com.au/~cplan/>>

Pearce, J.L., K. Cherry, M. Drielsma, S. Ferrier, & G. Whish. 2001. Incorporating expert opinion and fine-scale vegetation mapping into statistical models of faunal distribution. *Journal of Applied Ecology* 38: 412-424.

Pulliam, H.A. 1988. Sources, sinks, and population regulation. *American Naturalist* 132(5): 652-661.

Schumaker, N.H. 1998. A user's guide to the PATCH model. EPA/600/R-98/135. U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory, Corvallis, Oregon. URL: <<http://www.epa.gov/wed/pages/models/patch/patchmain.htm>>

Sanderson, E.W., K.H. Redford, A. Vedder, P.B. Coppolillo, & S.E. Ward. 2002. A conceptual model for conservation planning based on landscape species requirements. *Landscape and Urban Planning* 58: 41-56.

Scott, J.M., P.J. Heglund, M.L. Morrison, J.B. Haufler, M.G. Raphael, W.A. Wall, & F.B. Samson. 2002. Predicting species occurrences: issues of accuracy and scale. Island Press, Washington, D.C., USA.

Van Horne, B. 1983. Density as a misleading indicator of habitat quality. *Journal of Wildlife Management* 47(4): 893-901.

U.S. Fish and Wildlife Service. 1981. Standards and development of habitat suitability models for use in habitat evaluation procedures. USDA Fish and Wildlife Service, Division of Ecological Services, publication ESM 103, Washington, D.C., USA.





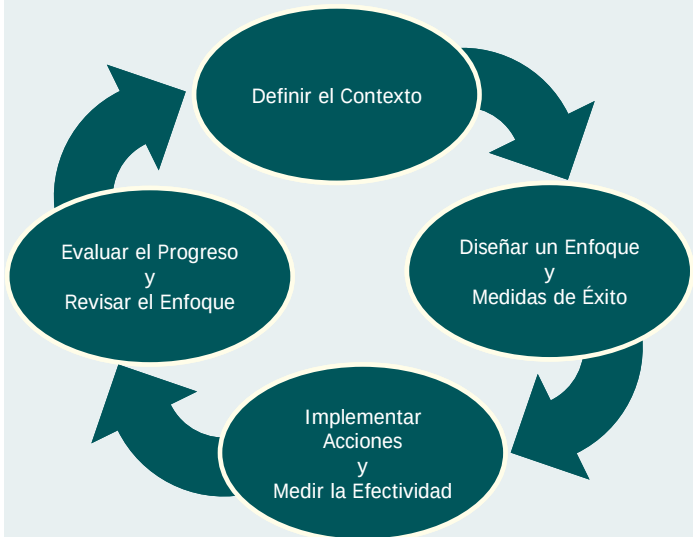
Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo brindado a WCS por el Global Bureau de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID) de acuerdo al Convenio de Cooperación No. LAG-A-00-99-00047-00. El contenido de esta publicación es responsabilidad de sus autores y no refleja necesariamente los puntos de vista de la USAID.

Contacto

Dr. Karl Didier, Landscape Ecologist
Living Landscapes Program
Wildlife Conservation Society
2300 Southern Blvd., Bronx, NY 10460 USA
Email: kdidier@wcs.org

Manuales para Programa Paisaje Vivientes

WCS-Internacional conserva la vida y áreas silvestres mediante la comprensión y resolución de problemas críticos que amenazan a especies clave y a grandes ecosistemas silvestres alrededor del mundo. Nuestro personal de campo toma decisiones sobre las causas que generan enfrentamientos entre la gente y los animales, y toma medidas, junto con sus socios, para evitar o mitigar estos conflictos que amenazan a la vida silvestre y a sus hábitats. Un objetivo central del Programa Paisaje Vivientes es ayudar a nuestro personal en el campo a tomar las mejores decisiones.



Nosotros creemos que para que los proyectos de conservación sean verdaderamente efectivos es necesario: (1) ser explícito en relación con lo que queremos conservar, (2) identificar las amenazas más importantes y dónde es que ellas ocurren dentro del paisaje, (3) planear estratégicamente nuestras intervenciones de modo tal que éstas ayuden a minimizar las amenazas más críticas, y (4) poner en marcha un proceso para medir la efectividad de nuestras acciones de conservación y usar esa información para guiar nuestras decisiones. El Programa Paisajes Vivientes, en colaboración con nuestros programas en el campo, viene desarrollando y poniendo a prueba un conjunto de herramientas para la toma de decisiones. Estas herramientas han sido diseñadas específicamente para ayudar a nuestro personal en el campo a seleccionar objetivos, identificar amenazas clave, preparar una estrategia de conservación, y desarrollar un esquema de monitoreo.

El uso de estas herramientas está descrito en una serie de manuales técnicos breves que se encuentran disponibles a través de nuestro de correo electrónico (conservationsupport@wcs.org).