



## Diseño del Monitoreo de Objetos de Conservación y Amenazas con Trampas Cámara en el SNASPE

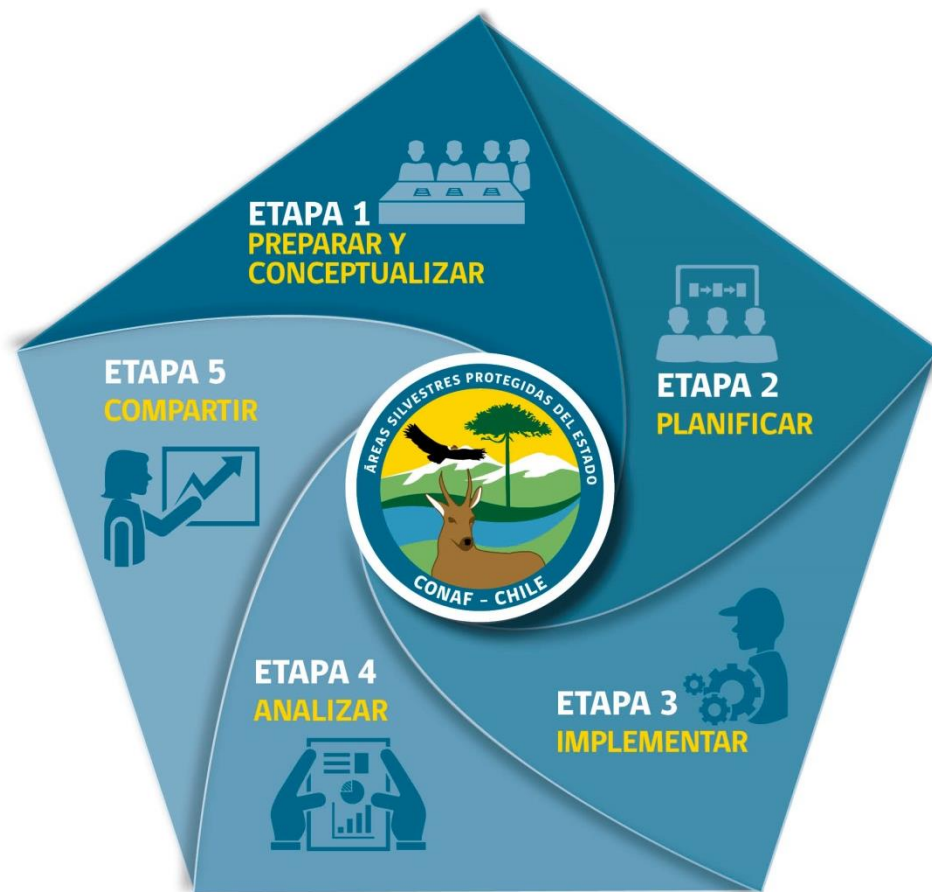
### 1. Introducción

Las trampas cámara (TC) han sido utilizadas ampliamente a nivel mundial para detectar la presencia de especies crípticas o de bajas densidades (Carbone *et al.*, 2001; Jackson *et al.*, 2006; Linkie *et al.*, 2007). En el último tiempo se ha incrementado el uso de esta metodología para la evaluación sistemática de la biodiversidad y algunas de sus principales amenazas (ganado, perros, especies exóticas) al interior de áreas protegidas (Jenks *et al.*, 2011; CONAF, 2014).

Existen múltiples ventajas del uso de estos equipos para el monitoreo sistemático de diversos grupos de especies silvestres y sus amenazas, entre las cuales destaca un aumento considerable del esfuerzo de muestreo o “tiempo de vigilancia” sin la necesidad de considerar grandes costos asociados a ello. Es por ello que se propone el uso de TC en las Áreas Silvestres Protegidas del Estado (ASPE) para el monitoreo sistemático de algunos de sus Objetos de Conservación (OdeC) y Amenazas que puedan incorporarse dentro de un programa de monitoreo.

El monitoreo de la diversidad biológica al interior de las ASPE no debe verse como una actividad sustentada por sí sola, sino como un componente más de un proceso de manejo adaptativo (Figura 1). De esta manera, entender el rol del monitoreo en un proyecto de conservación ayuda a diseñar los programas de monitoreo de mejor manera. Los objetivos y metas específicos que deberán ser evaluados mediante un programa de monitoreo derivarán del proceso de elaboración del Plan de Manejo de cada ASP.

Por lo tanto, el monitoreo con trampas cámara en el SNASPE, se enfoca en un monitoreo de gestión, que permite evaluar la efectividad del manejo, y de esta manera adaptar los manejos si es necesario. Además, permite rendir cuentas a la sociedad e informar al público y a la comunidad local sobre el estado del ASP. De esta manera, el monitoreo tiene directa relación con la Planificación de un área protegida, donde los indicadores deben ser monitoreados, y el cumplimiento de objetivos y metas seguidos en el tiempo.



**Figura 1.** Etapas del ciclo del manejo adaptativo para la gestión de las unidades del SNASPE, según el Manual para la Planificación del manejo de Áreas Protegidas del SNASPE (CONAF, 2017).

## 2. Objetos de Conservación y Amenazas

Entre los Objetos de Conservación de las ASP que pueden ser monitoreados con TC, se encuentran todas aquellas especies o grupos de especies de tamaño mediano o grande y que, por lo general, son difíciles de observar dado que poseen actividad crepuscular o nocturna o que se encuentran en bajas densidades dentro del ASP. Principalmente pueden ser foco del monitoreo, especies de carnívoros (como felinos nativos, zorros, chingue, quique, etc.) y ungulados (como el huemul, taruca y pudú), pero también pueden serlo otras especies de menor tamaño como roedores silvestres (por ejemplo la vizcacha y la chinchilla) y aves de interés (presas de gran tamaño como el ñandú, aves indicadoras de sotobosque como los rinocriptidos, etc.).

Las amenazas que pueden ser monitoreadas mediante TC, con motivo de evaluar el cumplimiento de metas de reducción de amenazas, son aquellas que involucran la presencia al interior del ASP de especies animales (animales domésticos como vacas y perros, especies exóticas invasoras como visones, liebres y conejos, etc.) o personas (cazadores, áreas de ingreso ilegal, etc.) que generan

algún impacto negativo sobre los OdeC del ASP. La información que deseamos conocer respecto de estas amenazas es similar a la que requerimos para las especies que son OdeC, por lo que la metodología para su monitoreo es la misma.

Para ello, es necesario establecer una metodología de monitoreo sistemática dentro del ASP que permita identificar, con el mayor grado de certeza posible, el estado de las poblaciones de las distintas especies y amenazas, y la distribución de éstas al interior del ASP.

### **3. Diseño metodológico**

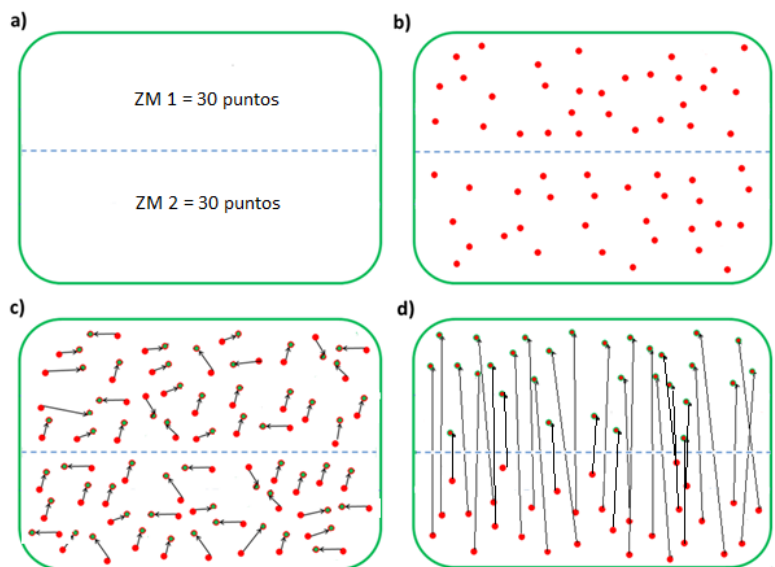
A continuación se presenta el diseño para la implementación del monitoreo con trampas cámara en las unidades del SNASPE, que busca estandarizar la metodología a nivel de Sistema. Sin embargo, se debe tener en consideración, que dependiendo de las condiciones de terreno, régimen de lluvia o nieve, la dotación de guardaparques, el tamaño del ASP, y otras particularidades de cada Unidad, este diseño puede sufrir modificaciones o adaptaciones locales, las que deben ser coordinadas entre los equipos locales, regionales y de oficina central.

El diseño tiene como objetivo obtener información que represente la mayor proporción posible de los sitios de interés dentro del área protegida. Para ello, como regla general, los puntos de muestreo deben asignarse al azar, y el esfuerzo de muestreo debe ser suficiente en cada punto para proporcionar una posibilidad razonable de detectar las especies descritas para cada área. Así, el muestreo se realizará anualmente, en un período acotado del año, considerando la instalación de trampas cámaras en un mínimo de 60 puntos distribuidos aleatoriamente en la Unidad (TEAM Network 2017). Este número corresponde al mínimo recomendado para analizar estimaciones de área ocupada por fauna (TEAM Network 2011; Rovero *et al.* 2013).

La información que se obtendrá de las trampas cámara será, para cada cámara, el registro/no registro de una o más especies de OdeC o amenazas en cada sitio de muestreo (entenderemos por sitios o punto de muestreo cada punto independiente georreferenciado donde se ubica físicamente una TC). Debido a que la información recabada en un sólo punto de muestreo del ASP no refleja la situación de las especies y amenazas en toda el área, el uso de una sola cámara o unas pocas no son de gran utilidad para conocer el estado del área protegida.

Considerando que, idealmente, se contará con 30 trampas cámara por Unidad, se debe realizar la instalación de los 60 puntos en 2 fases, para cubrir los 60 puntos totales. Para esto, es posible definir zonas de monitoreo (ZM), subdividiendo el territorio del ASP en 2 o más zonas (dependiendo del número de trampas cámara con que se cuente). En el ejemplo de la Figura 2, se cuenta con 30 TC y se quiere abarcar un total de 60 puntos totales.

Es recomendable, de ser posible logísticamente, realizar un monitoreo simultáneo de todas las zonas de monitoreo (Figura 2c). Sin embargo, debido a aspectos logísticos de instalación y revisión de las cámaras, podrá realizarse un monitoreo por zonas, rotando las cámaras entre estas (Figura 2d).



**Figura 2.** Esquema ejemplo de la división del ASP (área de bordes color verde) en 2 Zonas de Monitoreo (ZM) y (a) la definición del n° de puntos por zona, (b) la distribución de las cámaras al azar dentro de cada zona y (c) el monitoreo simultáneo o (d) alterno de las zonas de monitoreo. Los círculos señalan los puntos de instalación de las cámaras y las flechas indican la rotación de cada cámara.

El muestreo anual debe realizarse en un período menor a 4 meses, para evitar muestrear en distintas estaciones del año, ya que esto podría provocar variaciones en los resultados y dificultades en la interpretación de estos, debido a las dinámicas poblacionales de las distintas especies durante un año. Luego, se debe repetir cada año la misma temporalidad del muestreo para interpretar correctamente los resultados en el largo plazo, es decir, comparar tendencias entre los años.

Cada cámara será instalada a una altura que considere el rango de tamaños de las especies foco del monitoreo, para asegurar la detección de los OdeC, indicadores y amenazas que se desea monitorear (por ejemplo una cámara instalada a 30 cm de altura, es capaz de detectar desde un quique hasta una vaca). Para esto es necesario además conocer las especificaciones técnicas de cada modelo de trampa cámara (rango de detección, ángulo de cobertura, velocidad de disparo, etc.).

Con la finalidad de incrementar la probabilidad de detección de carnívoros nativos en general, se recomienda incluir el uso de atractores olfativos (orina de lince) y cebo (pollo/jurel). El pollo será situado al interior de un tubo de PVC con perforaciones, que se instalará fijado con un alambre al suelo. Se embeberá un trozo de esponja con orina de lince y éste se depositará dentro del mismo tubo PVC. Este dispositivo con atrayente olfativo puede ser adaptado según las características de cada ASP (radiación solar, T°, presencia de chaquetas amarillas, cobertura arbórea, etc.). Así mismo, el uso o no de atractores debe ser evaluado y consensuado entre el equipo local, regional y de oficina central, dependiendo de cada caso particular de las ASP. Además, una vez tomada la decisión de si utilizar o no atractores olfativos, se destaca la importancia de mantener esa decisión

en el largo plazo, para evitar diferencias significativas en la detectabilidad de las especies año a año (como efecto del uso o no de atractores, y no como un cambio en la dinámica poblacional).

Las TC permanecerán instaladas en terreno durante mínimo 30 días en cada sitio o punto de muestreo (Hamel *et al.* 2013; TEAM Network 2017). Esta cantidad de días constituye una recomendación mundial e incluye el número de días mínimo necesario para detectar especies de baja detectabilidad, es decir, que aparecen muy pocas veces en un período de 30 días en comparación a otras especies (ejemplo: en los bosques templados el zorro chilote (*Lycalopex fulvipes*) o el quique (*Galictis cuja*) son especies con muy baja detección en comparación al pudú (*Pudu puda*) o la guiña (*Leopardus guigna*)).

### **Definición de sitios donde instalar las trampas cámara**

La definición de los sitios de instalación de TC se basa en un diseño al azar, es decir, el muestreo se centra en la aleatoriedad, para de esta manera lograr la representatividad del área protegida en los resultados a obtener, descartando la subjetividad al momento de decidir dónde ubicar las cámaras. Este aspecto es importante de remarcar, debido a que en muchas ocasiones se tiende a localizar las cámaras en zonas de fácil acceso, o con cercanía a sitios con cercanía a sitios de administración de las ASP. Si esto se hiciera de tal manera, los datos estarían representando la situación de las especies a monitorear en esas condiciones, es decir y a modo de ejemplo, los pudúes que existen en zonas despejadas de vegetación y cercanas a la administración posiblemente sean pocos y no representaría la ocurrencia del pudú en el ASP completa, ya que no es representada por las condiciones antes descritas, ya que lo más seguro es que el área posea un alto porcentaje de vegetación densa y los sitios de administración sean muy menores al 1% del total de la superficie del área protegida.

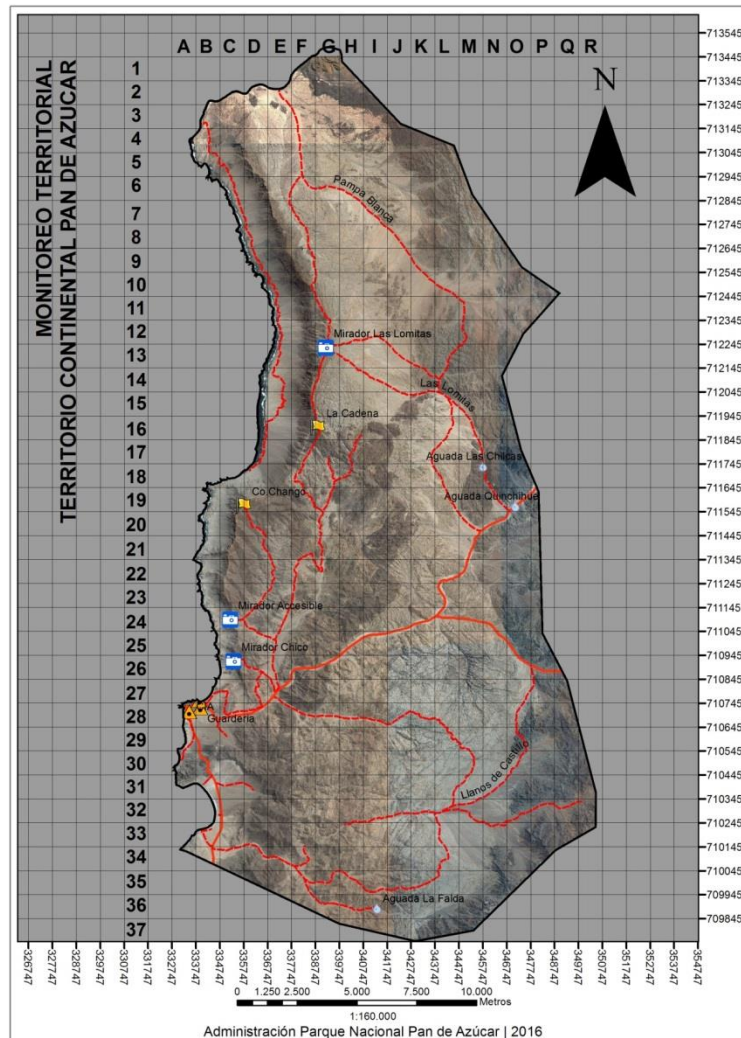
Para definir los puntos de muestreo, se debe comenzar por descartar las zonas a las que no es posible acceder (pendientes extremas o muy distantes de caminos, huellas o senderos) o aquellas zonas que no son de interés para el monitoreo de los OdeC y Amenazas (Ej. glaciares, lagos, etc.).

Se deben determinar los siguientes criterios básicos para aplicar aleatoriedad:

- a) Restar de la superficie a trabajar aquellas zonas que presenten una pendiente superior a 45°, las cuales son de difícil acceso vehicular y/o pedestre. Además aumenta la probabilidad de riesgos de accidentabilidad así como los tiempos de trabajo.
- b) Las cámaras deben quedar distanciadas una de otra a 1 km o en su defecto con un mínimo de 0,5 km (en aquellas Unidades de bajo tamaño en superficie, esto podría ser ajustado).

En el siguiente ejemplo del Parque Nacional Pan de Azúcar, se muestra cómo se realiza la identificación de puntos a muestrear, en un ASP que cuenta con 20 trampas cámara para evaluar 60 puntos totales:

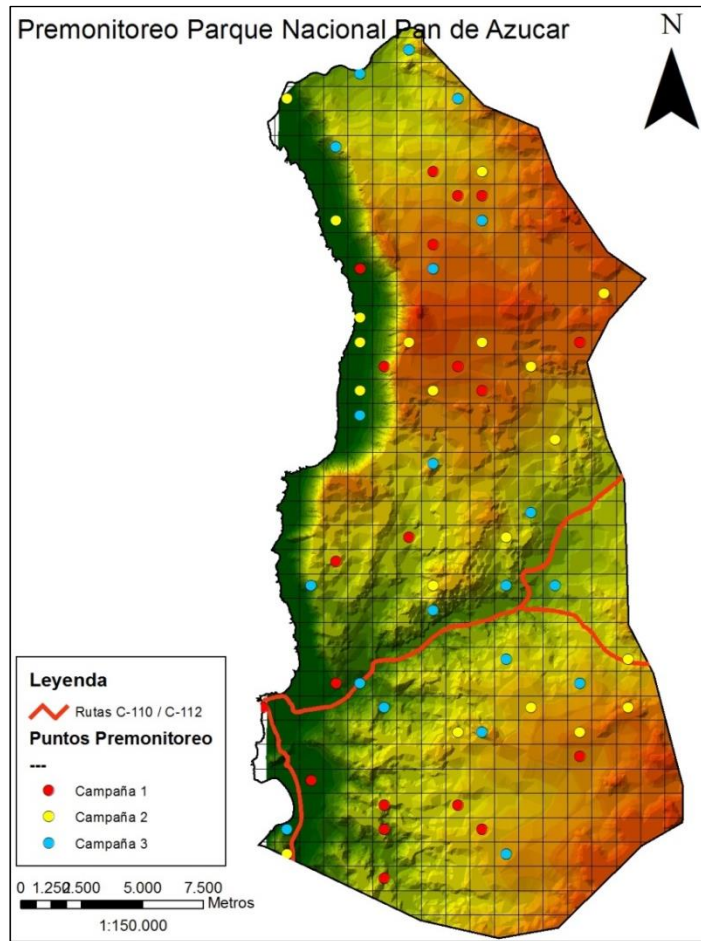
Utilizando un software como ArcGIS o QGIS se debe grillar el ASP, para lo cual el programa toma un punto de referencia (borde del área al azar) y superpone una grilla con cuadrantes de superficie establecida de 1km<sup>2</sup> (Figura 3).



**Figura 3.** Espacialización del Parque Nacional Pan de Azúcar a través de una red de grilla estableciendo cuadrantes de superficie establecida de 1km<sup>2</sup>. Fuente: José Luis Gutiérrez.

Cada cuadrante quedará marcado con un punto central, el que será el centro referencial para la ubicación de los equipos de trampeo fotográfico.

Se le indica al programa elegir del total de cuadrantes solo 60, lo que equivale a 60 numerales. Estos fueron divididos en tres columnas de 20 filas de números al azar, representando cada columna los 20 puntos de ubicación en cada campaña de terreno. De esta forma los 60 puntos quedan representados espacialmente diferenciados por color, donde cada color representa los puntos de instalación de cámaras trampas por campaña de terreno (Figura 4).



**Figura 4.** Diseño de muestreo espacializado escala 1:150.000. Monitoreo Parque Nacional Pan de Azúcar 2017. Fuente: José Luis Gutiérrez, P.N. Pan de Azúcar.

Si el ASP cuenta con condiciones de relieve complejas y dificultades de accesibilidad a distintos sitios, es recomendable definir un total de 80-100 puntos de muestreo potenciales, de los cuales se definirán los 60 definitivos visitando los puntos de muestreo en terreno. De esta manera, si se cuenta con un sitio de muestreo ubicado en un cuadrante cuya accesibilidad en terreno implica riesgos para el personal o un esfuerzo de muestreo innecesario, se debe elegir entre los cuadrantes “preseleccionados”, el más cercano a éste para evitar la pérdida del sentido del muestreo al azar.

### **Resumen del protocolo de monitoreo con trampas cámara (TEAM Network 2017):**

- Se desplegará un mínimo de 60 puntos de muestreo al azar con trampas cámara en cada ASP.
- La distancia mínima entre los puntos de muestreo será de 1000 m en general (podrá existir modificaciones en función del tamaño del ASP, y los OdeC y Amenazas a monitorear).
- Los puntos de muestreo se distribuyen a lo largo de un gradiente de elevación, si existe.
- El muestreo anual se realizará idealmente en la estación seca y en menos de 4 meses.
- Cada trampa cámara permanecerá en terreno por un mínimo de 30 días (pudiendo alargarse este período en caso que estén presentes en el área especies con baja probabilidad de detección).
- Las trampas cámara se fijarán a 30-40 cm del suelo (con posibles ajustes en función de los OdeC y Amenazas a monitorear), e idealmente dirigidas hacia el sur para evitar disparos de fotografías innecesarias (“fantasma”) generadas por el sol.

#### **4. Análisis de datos**

Tanto para los objetos de conservación del ASP como para sus amenazas, existe un aspecto básico que deseamos conocer, de forma de poder estimar el estado de los mismos en el tiempo y dirigir así los esfuerzos para su conservación o control, respectivamente. Éste es: su presencia/ausencia y su distribución al interior del ASP (u ocupación de sitios). Esta información básica nos permitirá realizar el seguimiento sistemático en el largo plazo de especies, grupos de especies y/o algunas de sus amenazas al interior del ASP.

#### ***Distribución y ocupación de sitios***

Debido a que los sitios de instalación de trampa cámara (n=60) estarán distribuidos al azar dentro del ASP, es posible realizar dos análisis complementarios asociados a la distribución de las especies y amenazas en el área protegida. El primero consiste en determinar para cada año, el porcentaje de puntos de muestreo, del total de 60 puntos, donde se registró al menos una vez la especie (OdeC o amenaza).

$$\% \text{ Ocupación de Sitios} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de puntos de registro}}{\text{n}^\circ \text{ de puntos de muestreo total}} \times 100$$

Es decir, si para la amenaza “ganado”, de los 60 puntos de instalación de cámaras (puntos de muestreo), en 12 de ellos se registró al menos una vez la especie, su valor de ocupación será de 20% (12/60\*100), mientras que para la especie “huemul”, si se registró en solamente 4 cámaras,

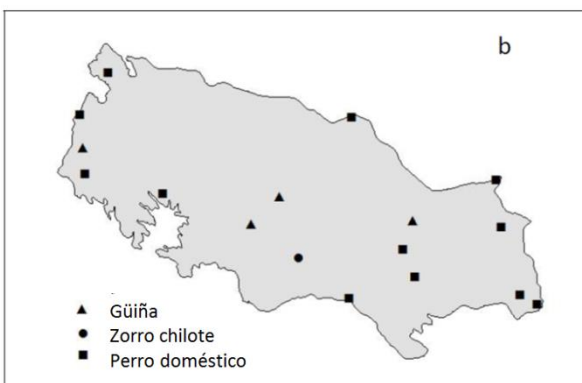


su valor de ocupación será de 6,6%. Con esta información es posible comparar la ocupación de diferentes especies y/o amenazas para un mismo año y la de una misma especie o amenaza en años diferentes, generando una estimación del aumento o disminución en la distribución de una o más especies y/o amenazas en el tiempo al interior del ASP. En el siguiente gráfico de ejemplo (Figura 5), se puede ver como varía el porcentaje de ocupación de sitios en el tiempo en un ASP. En el caso del huemul se ve un aumento, y en el caso del ganado se ve una disminución de la ocupación de sitios de la especie al interior del ASP. Esto se podría atribuir, por ejemplo, a las estrategias de control de ganado implementadas en una ASP dada.



**Figura 5.** Ejemplo de variación de los porcentajes de ocupación de sitios por huemul y ganado en un ASP, entre los años 2013 y 2017.

El segundo análisis de interés es un mapa por especie, grupos de especies y/o amenazas asociadas a los puntos de muestreo que registraron la presencia, al menos una vez al año de ellas (Figura 6). Esos mapas resultan de gran utilidad para asociar visualmente la distribución y/o coocurrencia de especies de interés o sus amenazas. Este análisis es posible de realizar de forma fácil utilizando Google Earth Pro.



**Figura 6.** Ejemplo de mapa de distribución de carnívoros nativos (objetos de conservación) y domésticos (amenaza) al interior de un área protegida (adaptado de Jenks *et al.*, 2011).

## Literatura citada

Carbone C, S Christie, K Conforti and T Coulson (2001) The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4: 75–79.

CONAF (2014) Evaluación del monitoreo de fauna con cámaras trampa en las Áreas Silvestres Protegidas del Estado y definición de un Programa de trabajo para el período 2015-2017. Informe CEI.

CONAF (2017) Manual para la planificación del manejo de las áreas silvestres protegidas del SNASPE.

Hamel S, DT Killengreen, JA Henden, NE Eide, L ROed-Eriksen, RA Ims and NG Yoccoz (2013) Towards good practice guidance in using camera-traps in ecology: influence of sampling design on validity of ecological inferences. *Methods in Ecology and Evolution* 4, 105–113.

Jackson RM, JD Roe, R Wangchuk and DO Hunter (2006) Estimating snow leopard population abundance using photography and capture-recapture techniques. *Wildlife Society Bulletin* 34: 772-781.

Jenks KE, P Chanteap, P Cutter, AJ Lynam, J Howard and P Leimgruber (2011) Using Relative Abundance Indices from Camera- Trapping to Test Wildlife Conservation Hypotheses: An Example from Khao Yai. *Tropical Conservation Science* 4:113–131.

Linkie M, Y Dinata, A Nugroho and IA Haidir (2007) Estimating occupancy of data deficient mammalian species living in tropical rainforests: sun bears in the Kerinci Seblat region, Sumatra. *Biological Conservation*, 137, 20–27.

O'Brien (2010) Wildlife Picture Index: Implementation Manual Version 1.0. Working paper n° 39. WCS.

Rovero F, F Zimmermann, D Berzi and P Meek (2013) “Which camera trap type and how many do I need?” A review of camera features and study designs for a range of wildlife research applications. *Hystrix, It. J. Mamm* 24 (2): 148–156.

TEAM Network (2011) Terrestrial Vertebrate Protocol Implementation Manual, v. 3.1. Tropical Ecology, Assessment and Monitoring Network, Center of Applied Biodiversity Science, Conservation international, Arlington, VA, USA.

TEAM Network (2017) Disponible en línea en: <http://www.teamnetwork.org/protocol/terrestrial-vertebrate-camera-trapping-monitoring-protocol> Visitado en septiembre de 2017.

Walters C (1986) Adaptive management of renewable resources. International Institute for Applied Systems Analysis. Macmillan Publishing Company, New York, NY, 374.