



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 020-2022-SERNANP-DGANP

Lima, 03 de marzo de 2022

VISTOS:

El Informe N° 0113-2022-SERNANP-DGANP y el Memorandum N° 0551-2022-SERNANP-DGANP ambos de fecha 25 de febrero de 2022, emitidos por la Dirección de Gestión de las Áreas Naturales Protegidas de la institución; y,

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 68 de la Constitución Política del Perú establece que es obligación del Estado promover la conservación de la diversidad biológica y de las Áreas Naturales Protegidas-ANP;

Que, mediante el numeral 2 de la Segunda Disposición Complementaria Final del Decreto Legislativo N° 1013, se crea el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), como organismo público técnico especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente; ente rector del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), el mismo que se constituye en su autoridad técnico-normativa;

Que, el artículo 2 del Decreto Legislativo N° 1079, Decreto Legislativo que establece medidas que garanticen el patrimonio de las áreas naturales protegidas, prescribe que la autoridad competente para administrar el patrimonio forestal, flora y fauna silvestre de las áreas naturales protegidas y sus servicios ambientales es el Ministerio del Ambiente a través del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas;

Que, mediante la Resolución Presidencial N° 181-2015-SERNANP, se aprobaron los "*Lineamientos de Monitoreo de la Biodiversidad y Ecosistemas en las Áreas Naturales Protegidas*", con la finalidad de contribuir al logro de los objetivos de conservación de las ANP, integrando el monitoreo del estado de conservación de la biodiversidad y los ecosistemas como una herramienta de gestión;

Que, los citados lineamientos definen al monitoreo como un proceso sistemático y continuo de observación, para propósitos específicos, de los elementos de un sistema, de acuerdo a un plan usando métodos de colección de datos comparables;

Que, mediante Resolución Presidencial N° 132-2020-SERNANP se conformó la Unidad Operativa Funcional de Monitoreo, Vigilancia y Control (UOFMVC) dentro de la Dirección de Gestión de las Áreas Naturales Protegidas, la cual conduce todos los temas relacionados al monitoreo, vigilancia y control para la gestión y protección de las áreas naturales protegidas, teniendo entre sus funciones elaborar los protocolos de monitoreo de la diversidad biológica a nivel de sistema de los elementos de conservación y los servicios ecosistémicos priorizados en los planes maestro, realizando para ello las coordinaciones que correspondan;

Que, mediante Resolución Presidencial N° 140-2021-SERNANP, se aprobó el Manual de Procesos y Procedimientos del Proceso de Nivel 0, denominado "PDB - Preservación de la diversidad biológica a nivel de ANP", el cual se encuentra conformado por dos (2) Procesos de Nivel 1 y seis (6) Procesos de Nivel 2, con el objetivo de establecer los procesos para realizar el monitoreo de la diversidad biológica a nivel de ANP de los elementos ambientales, servicios ecosistémicos y de los elementos ambientales con aprovechamiento; mencionando que la Dirección de Gestión de las Áreas Naturales Protegidas aprueba mediante resolución directoral los protocolos de elementos ambientales y servicios ecosistémicos priorizados;

Que, a través del informe del visto, se informa que la Jefatura del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, en coordinación con la Unidad Operativa Funcional de Monitoreo, Vigilancia y Control, planificó la elaboración de protocolos de monitoreo de elementos ambientales priorizados en su Plan Maestro; sumado a ello, se concluye que se ha finalizado con la elaboración, socialización y validación, contando con la conformidad de la UOFMVC del Protocolo de monitoreo de la ocupación del tapir andino (*Tapirus pinchaque*) en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe, herramienta donde se resumen los detalles técnicos necesarios para una adecuada implementación del monitoreo de la especie dentro de la referida ANP;

Que, mediante el memorándum del visto, se solicita la revisión del proyecto remitido para la aprobación del Protocolo de monitoreo de la ocupación del tapir andino (*Tapirus pinchaque*) en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe, por lo que corresponde su aprobación;

Con la visación de la Oficina de Asesoría Jurídica;

De conformidad con las funciones conferidas en los literales c) y p) del artículo 23 del Reglamento de Organización y Funciones del SERNANP, aprobado mediante Decreto Supremo N° 006-2008-MINAM.

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Aprobar un (01) Protocolo de Monitoreo denominado: "Protocolo de monitoreo de la ocupación del tapir andino (*Tapirus pinchaque*) en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe", el mismo que como anexo forma parte integrante de la presente Resolución.

Artículo 2º.- Disponer que la Jefatura del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, implemente el protocolo aprobado en el artículo precedente, así como proponer la mejora continua del mismo.

Artículo 3º.- Precisar que esta Dirección informará a la Presidencia del Consejo Directivo del Servicio Nacional de Áreas Protegidas por el Estado, sobre los resultados obtenidos de la implementación de los protocolos aprobados en el artículo primero.

Artículo 4º.- Publicar la presente Resolución en el portal institucional:
www.gob.pe/sernanp.

Regístrese y comuníquese,

PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA OCUPACIÓN DEL TAPIR ANDINO (*Tapirus pinchaque*) EN EL SANTUARIO NACIONAL TABACONAS NAMBALLE

Este protocolo es una herramienta donde se resumen los detalles técnicos necesarios para una adecuada implementación del monitoreo del tapir andino en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe.

En este documento se presenta la estructura e instrucciones para completar el monitoreo a partir de su indicador: ocupación, por lo que incluye un marco conceptual vinculado al Plan Maestro, la metodología a seguir, así como la organización y logística para la implementación de la actividad.

MARCO CONCEPTUAL DEL PROTOCOLO

ELEMENTO AMBIENTAL	<i>Tapirus pinchaque</i> “tapir andino”
OBJETIVO ASOCIADO	Mantener la presencia del tapir andino (<i>Tapirus pinchaque</i>) en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe (Plan Maestro 2015-2019).
OBJETIVO DE MONITOREO	<p>Monitorear la población del tapir andino (<i>Tapirus pinchaque</i>) en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe* a través de su ocupación.</p> <p>Confirmar que las estrategias de gestión están afectando positivamente a su población al interior del área protegida y asegurando su conectividad fuera de esta, además permitirá detectar cambios en la población que oriente las acciones de gestión necesarias para revertirlas.</p> <p>*Se asume que la población se encuentra en un número suficiente para mantener su viabilidad.</p>
NOMBRE DEL INDICADOR	El nombre del indicador es la ocupación del tapir andino.
DEFINICIÓN OPERATIVA Y JUSTIFICACIÓN	<p>La ocupación se define como la probabilidad que una unidad de muestreo o un área de interés (en adelante, “sitio”) que es seleccionada al azar contenga al menos un individuo de tapir andino (la especie de interés) (MacKenzie 2015; MacKenzie et al. 2018). En otras palabras, la ocupación es la probabilidad que una especie (el tapir andino) esté presente en un sitio.</p> <p>La ocupación es una de las variables de estado de mayor uso, luego de la abundancia (o densidad) y la riqueza de especies (MacKenzie et al. 2018). Es la mejor opción si por razones logísticas o prácticas no es posible estimar el tamaño de una población, y si el interés está enfocado en determinar si la especie está presente en un sitio. En ese sentido, un sitio ocupado se refiere a un sitio en dónde una especie está presente, y un sitio no ocupado en dónde la especie está ausente (Gotelli and Ellison 2013).</p> <p>Las unidades de muestreo en los estudios de ocupación son los sitios dentro de una región de interés más grande (i.e., El Santuario Nacional Tabaconas Namballe). Así mismo, si las unidades de muestreo cubren todo el área de estudio, la ocupación es equivalente a la distribución (Kéry and Royle 2016).</p> <p>Los eventos de muestreo (survey en inglés) son las visitas a cada uno de estos sitios, en dónde la especie de interés está registrada o no. Debido a la detección imperfecta (ver siguiente párrafo), se requiere contar con múltiples eventos de muestreo por sitio durante el periodo de evaluación para poder estimar la probabilidad de detección. Para el caso del uso de cámaras-trampa, son los días o la agrupación de estos (e.g., eventos de 7 días) en los cuales estuvo operativa cada cámara-trampa.</p> <p>Los modelos de ocupación son una serie de técnicas para investigar la presencia/ausencia de una especie considerando el hecho que las especies</p>



Firmado digitalmente por:
 HUAMAN MENDOZA Deyvis
 Christian FAU 20478053178 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 11/02/2022 12:54:29-0500



Firmado digitalmente por:
 GUTIERREZ POBLETE Roberto
 Carlos FAU 20478053178 soft
 Motivo: En señal de conformidad
 Fecha: 11/02/2022 10:17:40-0500

pueden estar presentes, pero no detectadas durante los eventos de muestreo en algunos de los sitios, es decir incorporar explícitamente lo que se conoce como detectabilidad imperfecta (MacKenzie 2015). Estos modelos son útiles para evaluar los patrones en la ocupación u ocurrencia de las especies, contribuyendo a la identificación de patrones espaciales relacionados con el hábitat o presiones antrópicas (MacKenzie 2015; MacKenzie et al. 2018), pero también para entender y predecir cambios en la ocupación a través del tiempo, lo cual es de particular importancia para el monitoreo.

El modelo de ocupación más simple puede ser expresado en forma algebraica de la siguiente forma (Kéry and Royle 2016):

Proceso de estado (ocupación): $z_i \sim \text{Bernoulli}(\psi)$

Proceso de observación (detección): $y_{ij} | \text{Bernoulli}(z_i \cdot p)$

En dónde la variable latente z_i es el estado verdadero de la ocurrencia en el sitio i ($i = 1 \dots M$) y el parámetro de Bernoulli ψ es el valor esperado de z llamado la probabilidad de ocupación. La variable observada y_{ij} es la medida de ocurrencia en el sitio i durante el evento de muestreo j ($j = 1 \dots J$) y está condicionada por z_i , es decir si la especie está presente o no. p es la probabilidad de detección de la especie en el sitio i durante el evento de muestreo j , y se refiere a todos los individuos que se encuentran en un sitio y no a cada individuo (Kéry and Royle 2016; MacKenzie et al. 2018).

Los modelos de ocupación tienen los siguientes supuestos (Kéry and Royle 2016):

- 1) Supuesto de población cerrada, es decir que el estado (z_i) del sitio i no cambie durante la duración de la evaluación (2- 3 meses)
- 2) Exclusión de errores falsos positivos, es decir atribuir la presencia del tapir cuando no lo es. Para el caso del tapir, la posibilidad de este error es muy baja ya que es difícil confundir a esta especie con otra.
- 3) Independencia de la ocurrencia, es decir que la probabilidad de ocupación de un sitio sea independiente a la de otro sitio. En todo caso si existiera alguna asociación esta podría ser explicada por covariables (e.g., tipo de vegetación, altitud, actividad antrópica)
- 4) Independencia de la detección, es decir que la probabilidad de detección de un sitio debe ser independiente a la de otro durante los eventos de muestreo. En algunos casos en los cuales no se cumpla este supuesto (e.g., por respuesta conductual) (Burton et al. 2015) esta puede ser incluida a través de covariables en el modelo.
- 5) Homogeneidad de la probabilidad de detección. Si hay evidencia de heterogeneidad en la detección, la mejor forma de eliminarla es a través de la inclusión de covariables que afecten la detección en el modelo, o usando un modelo apropiado para tal situación (Modelo de Royle-Nichols).
- 6) Supuestos de los parámetros. Se asume que los parámetros (ocupación y detección) se distribuyen según una distribución de Bernoulli. Este supuesto (y algunos de los otros) pueden ser evaluados con pruebas de bondad de ajuste, las que sirven para evaluar el ajuste del modelo a los datos.

Para la modelación de cambios temporales en la ocupación, como el que se requiere para el monitoreo del tapir andino, se reconocen dos enfoques generales (MacKenzie et al. 2018):

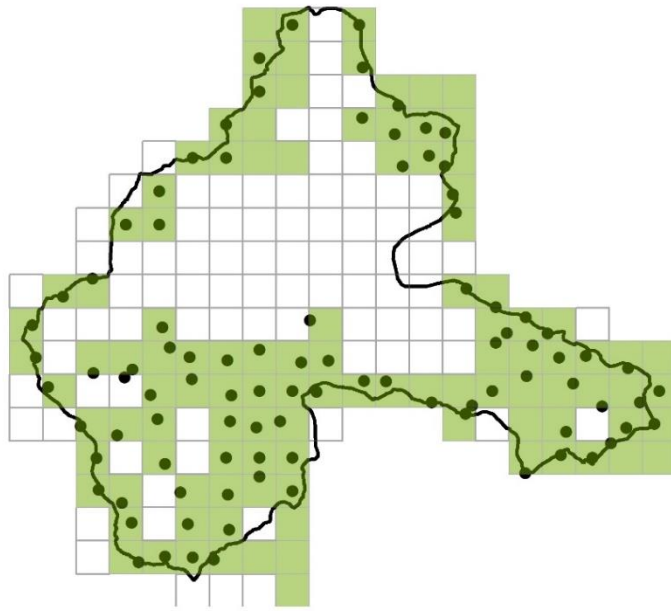
- 1) Enfoque 1. Un modelo en dónde la dinámica subyacente está implícita pero no está explícitamente incluida en el modelo, en dónde el tiempo (año) es incluido como un factor (Kéry and Royle 2021).
- 2) Enfoque 2. Un modelo que modela explícitamente los cambios en el estado de la ocupación en el tiempo considerando probabilidades de colonización

	<p>y extinción. Este modelo se puede usar solo si se usan los mismos sitios durante todas las evaluaciones.</p> <p>En el caso del monitoreo del tapir andino se recomienda el enfoque 1, que, a pesar de ser más simple operativamente, permite describir eficientemente la tendencia temporal en el indicador (Kéry and Royle 2021), lo cual es el objetivo del monitoreo del elemento ambiental. En este enfoque la hipótesis subyacente indica que se esperaría que la ocupación del tapir se incremente como consecuencia de las acciones de manejo al interior del área protegida, con un especial interés en las zonas en recuperación dentro del área protegida (por ejemplo, en la Zona de Uso Especial). En todo caso, que la ocupación en el tiempo se mantenga dentro de la media observada con respecto a la línea base de ocupación (año 2022).</p>
METODOLOGÍA	
1. DISEÑO DEL MUESTREO	
<p>Método para el levantamiento de datos (muestreo o fuentes de información alternas)</p>	<p>El fototrampeo, a través del uso de cámaras trampa, es una técnica de evaluación que ha contribuido grandemente en la generación de datos e información sobre fauna silvestre, especialmente mamíferos medianos y grandes de hábitos terrestres, incluyendo especies elusivas (Rovero and Zimmermann 2016; Mandujano and Pérez-Solano 2019).</p> <p>Constituye una técnica no invasiva, que permite coleccionar datos de ocurrencia (presencia/ausencia), patrones de actividad, comportamiento y abundancia. Una de las ventajas de las cámaras trampa es su capacidad para coleccionar datos simultáneamente en distintos lugares y de distintas especies, trascendiendo en la escala espacio – temporal. En un diseño apropiado de muestreo para estudios de ocupación, permite generar una cantidad de datos óptima para análisis estadísticos rigurosos. A pesar de que se requiere una inversión inicial (compra de cámaras trampa), en términos costo-beneficio para el monitoreo, resultan rentables a largo plazo.</p> <p>Los estudios realizados en el Santuario confirman la efectividad del fototrampeo para la detección del tapir andino y proveen estimaciones claves para el diseño del protocolo de monitoreo como son la probabilidad de detección y ocupación (Mena et al. 2017; Mena and Pacheco 2020; Mena et al. 2020). Existen otras técnicas que pueden usarse, pero la efectividad de estas es afectada por la detectabilidad. Por ejemplo, el registro de evidencias (i.e., huellas o heces) es factible en el páramo en donde son fácilmente detectables, pero en el bosque montano son mucho más difíciles de observar. En todo caso, este tipo de registro puede complementar al obtenido a través del fototrampeo. No obstante, sería importante comparar los resultados generados a través de evidencias y compararlos con los del fototrampeo.</p> <p>Un aspecto importante para considerar en un diseño de muestreo para ocupación basado en fototrampeo, es la del área efectiva de detección de la cámara, la cual es evidentemente menor a la del ámbito hogareño de la especie bajo estudio, criterio que es comúnmente usado para definir el área del sitio (MacKenzie et al. 2018). En ocasiones, los individuos pueden estar presentes, pero no se encuentran en el área efectiva de la cámara. Comúnmente, cuando se usan cámaras-trampa para estudios de ocupación, la ocupación se define como uso de sitio, en donde se asume que el sitio de muestreo está siendo utilizada por lo menos por un individuo de la especie bajo estudio o que este se encuentra dentro del ámbito hogareño de un individuo (Rovero and Zimmermann 2016). Así mismo, la probabilidad de detección es una combinación entre la probabilidad de que el animal este presente en el área alrededor de la cámara durante el evento de muestreo y que la cámara detecte al animal.</p>

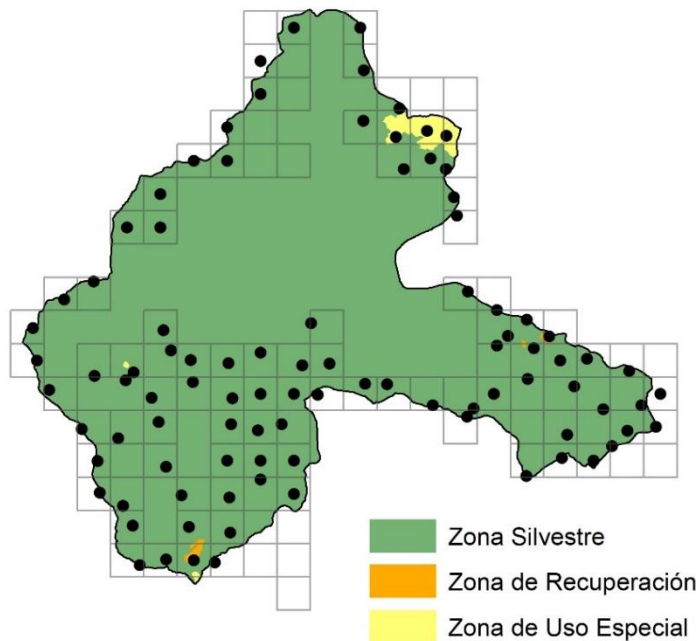
	<p>Para el estudio de la ocupación con base en el fototrampeo, se sugiere instalar una cámara trampa en cada uno de los sitios seleccionados, en estacas o en árboles, siguiendo las recomendaciones habituales para la instalación de estas, tales como limpieza del área en torno la ubicación de la cámara, altura de la cámara (~40 cm), entre otros (Mena et al. 2017; Mandujano and Pérez-Solano 2019). Las cámaras estarán en funcionamiento entre dos y tres meses como máximo, que es un tiempo suficiente para asegurar la detección del tapir sin afectar el supuesto de población cerrada (Mena et al. 2020). Considerar tomar al menos 3 fotos seguidas y video, esto último es útil para confirmar el registro en los casos en que las fotografías no capturan una imagen distinguible del animal (Mena et al. 2017).</p>
<p>Área de muestreo o evaluación</p>	<p>El área de estudio es la superficie del Santuario, el cual por propósitos metodológicos ha sido dividido en 195 celdas de 1500 m de lado, cada una con un área de 225 ha (2.25 km²) ligeramente menor al ámbito hogareño medio del tapir andino, estimado con el método del polígono convexo mínimo en Ecuador (310 ha) (Castellanos 2013) (Figura 1).</p>
<p>Frecuencia o temporalidad del monitoreo</p>	<p>La definición de la frecuencia del monitoreo se basa en algunos criterios relacionados al estado de conservación de la especie y sus características biológicas. De acuerdo al criterio A de la IUCN (IUCN Standards and Petitions Committee 2019) una especie es considerada en peligro crítico (CR) o en peligro (EN) si se evidencia una reducción del tamaño de la población inferida con base en una reducción del área de ocupación (criterio A2c), en donde el nivel de reducción se mide en un periodo de 10 años o 3 generaciones. Para el caso de una especie CR la reducción debería ser $\geq 80\%$ y para EN $\geq 50\%$. En lo que respecta al tiempo generacional del tapir andino, este se estima en unos 11 años (Lizcano et al. 2016).</p> <p>Con base en lo anterior se sugiere que el estudio del área ocupada por el tapir andino en el área protegida se realice cada 4 años, período que es inferior al sugerido por IUCN para una especie amenazada como el tapir andino. Esta temporalidad está acorde al periodo de actualización del Plan Maestro, permitiendo contribuir con la adaptación de estrategias para la gestión del área en beneficio de las poblaciones de tapir andino. No obstante, si existen los recursos económicos suficientes la temporalidad podría ser menor (1- 2 años), lo cual ayudaría a reacciones más rápidas en la gestión de la especie.</p>
<p>Unidades de muestreo: número, forma y tamaño</p>	<p>De las 195 celdas identificadas en el Santuario, se seleccionaron 96 con base en criterios de accesibilidad y evaluaciones previas (Mena et al. 2020). En cada celda se ubicó un sitio aproximadamente en el centro de esta y en donde se propone instalar una cámara-trampa para el registro de los tapires.</p> <p>Para sustentar el diseño se realizó un análisis de poder estadístico con 90 sitios y con 5 escenarios de eventos de muestreo (5, 7, 10, 12, 15 y 20 eventos) (ver Anexo "Análisis de poder"). Se definió cada evento de muestreo como la agrupación de 6 días contiguos. Para el análisis de poder se estimaron los valores de ocupación y detectabilidad usando el historial de detección del estudio de Mena et al. (2020), pero en este caso el número original de sitios fue reducido a 66 para satisfacer el distanciamiento entre cámaras (1500 m) propuesto en el presente protocolo (Ver Anexo "Análisis de poder"). Así, con un diseño de 90 sitios (¡96 es algo mejor!), es posible detectar cambios del 50% respecto al valor de ocupación de la línea base (2016 del estudio de Mena et al. 2020), al menos con 10 eventos de muestreo (60 días). Tomar nota que cambios del 50% son los recomendados para especies en peligro (EN) de acuerdo con la IUCN. Inclusive en caso no se cuente con 90 cámaras, con 75 sitios puede ser suficiente para detectar cambios del 50%. No obstante, cambios más pequeños requerirán un mayor esfuerzo, es decir incrementar el número de sitios. Para mayores detalles se recomienda revisar el anexo correspondiente a este protocolo.</p>

Figura 1. Celdas de 1500 m de lado (color verde) y sitios de muestreo (círculos negros) seleccionados para el monitoreo de ocupación de la población del tapir andino (A). Se muestra también las celdas y sitios seleccionados y su distribución espacial con relación a la zonificación del área protegida (B).

(A)



(B)



Esfuerzo para el levantamiento de datos dentro de las unidades de muestreo

En cada sitio se debe instalar una cámara trampa la cual estará operativa al menos durante 60 días, lo cual implicaría un esfuerzo de 5400 días cámaras. Si el tiempo se extiende a noventa días el esfuerzo será de 8100 días cámaras. Considerando 90 sitios.

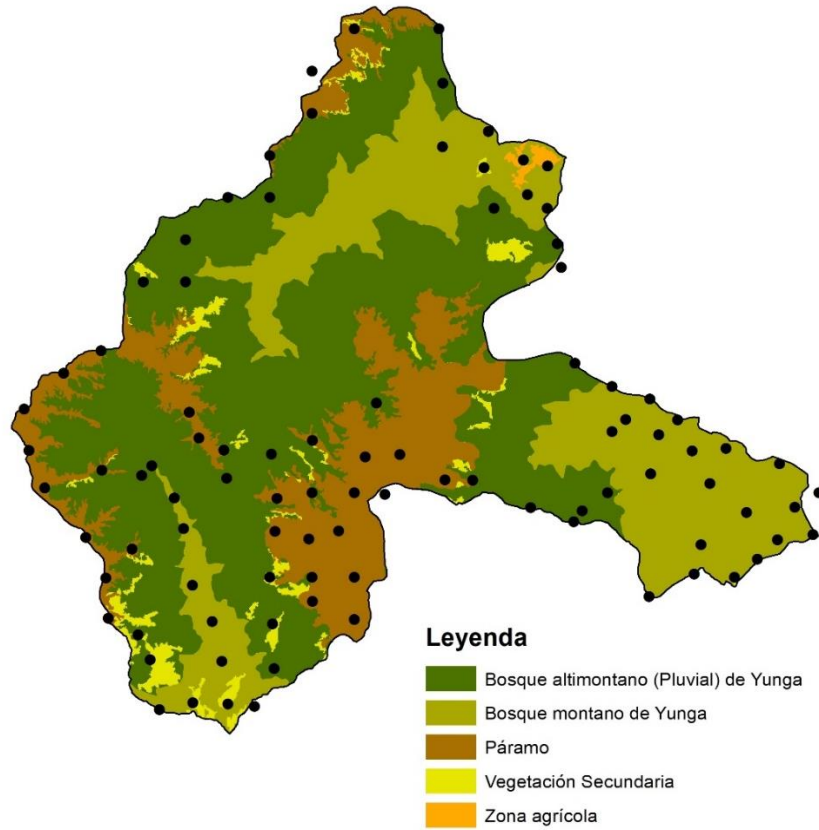
Distribución espacial de las unidades de muestreo en el área de

Los 96 sitios seleccionados incluyen tanto el ecosistema de páramo como áreas de bosque montano y altimontano según la clasificación de ecosistemas del MINAM (Figuras 1 y 2). Así mismo, considera la zona de uso especial en el sector de Pueblo Libre (Figura 1), en donde se encuentra un centro poblado, y la zona de recuperación en el sector Chichilapa, en donde se presume una

muestreo o evaluación

recuperación en los valores de ocupación explicado por el manejo efectivo del área protegida.

Figura 2. Sitios de muestreo seleccionados (círculos negros) para el monitoreo de ocupación de la población del tapir andino en los distintos ecosistemas presentes de acuerdo con la clasificación del MINAM (2019).



El número de sitios (96) a evaluar es el máximo posible basado en condiciones de accesibilidad y logística, de acuerdo con la experiencia del equipo de la Jefatura del Santuario. Así, las celdas en donde se ubican los 96 sitios representan el 49% de las celdas disponibles en el Santuario (~50% de su superficie), siendo el máximo posible de celdas a monitorear dada las condiciones de accesibilidad.

Duración del muestreo

La época sugerida para el monitoreo es durante la estación seca (junio - septiembre), durante la cual disminuye la precipitación y facilita la logística. Respecto a la temporalidad, primero es importante asegurar el supuesto de población cerrada. En ese sentido, de acuerdo con el análisis de poder, se requiere dejar las cámaras funcionando al menos por unos 60 días, mejor si es 90 días, con los cuales además se cumple con el requisito de población cerrada y se mejora la detección (Mena et al. 2017; Mena et al. 2020). Se recomienda revisar el anexo sobre análisis de poder.

Detalles complementarios del diseño de muestreo (opcional)

No usar cebos para atraer a los animales y fotografiarlos. Se recomienda revisar bien la configuración de las cámaras, especialmente la sensibilidad. Las cámaras instaladas en el páramo suelen activarse continuamente debido a las variaciones de temperatura, y dejan de funcionar en las primeras semanas de iniciada la evaluación, lo cual afecta negativamente los resultados.

No usar pilas recargables, debido a que en condiciones de frío la carga de estas se agota en los primeros días de evaluación. Se debe usar un procedimiento para reciclar las pilas usadas.

	En algunos casos, probablemente sea necesario abrir caminos para instalar las cámaras, actividad que debe contemplar un impacto mínimo (por ejemplo, no cortar árboles o arbustos).
Posibles limitaciones	<p>Incrementar el número de sitios sería ideal para poder detectar cambios menores (< 50 %); sin embargo, las condiciones logísticas son complicadas para este fin.</p> <p>Se requiere que la persona a cargo del monitoreo se capacite en modelación estadística, específicamente sobre ocupación, al menos para interpretar apropiadamente los resultados de los análisis.</p> <p>En caso se deterioren las cámaras se debe intentar darles mantenimiento y arreglarlas, caso contrario deberán seguir un proceso de reciclaje para equipos electrónicos.</p>
2. ANÁLISIS DE DATOS	
Procesamiento y ordenamiento de datos	<p>Posterior al recojo de las cámaras-trampa las fotografías deberán ser ingresadas en una base de datos. Existen varias opciones disponibles tales como camera base (Tobler 2015), camtrapR (Niedballa et al. 2016) y Wild ID, esta última que cuenta actualmente con una versión en línea denominada Wildlife insights (https://www.wildlifeinsights.org/es). Las ventajas de subir los datos generados en campo a una nube son varios, entre los que se incluye su disponibilidad en todo tiempo, la posibilidad de contar con una copia de respaldo, a parte de los discos duros o las memorias que son propensas a extraviarse o deteriorarse. Al mismo tiempo, si un sistema en línea provee herramientas de análisis como la estimación de la ocupación facilita mucho más el reporte del monitoreo (Wildlife insights prevé incluir un módulo al respecto).</p> <p>Independiente de la forma de ingreso de las fotos en un base de datos, se requiere el uso de una planilla de Excel con los datos de las cámaras instaladas, el cual deberá tener las siguientes columnas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sitio. Aquí se coloca el número de sitio en cuestión. En los anexos se incluye el archivo de la ubicación geográfica preliminar en dónde se ha asignado un número a cada sitio. 2) Cámara 1. Modelo de cámara instalado 3) Cámara 2. Modelo de cámara instalado, si se ha incluido una segunda cámara en el sitio. 4) X. Coordenada en UTM en la zona 17/Geográficas 5) Y. Coordenada en UTM en la zona 17/Geográficas 6) Fecha. Fecha de instalación 7) Hora. Hora de instalación 8) Lugar de instalación. Especificar si es un camino, trocha 9) Hábitat. Describir brevemente el hábitat (e.g., matorral, páramo, etc.) 10) Comentarios. Cualquier comentario que considere importante. 11) Fecha. Fecha de desinstalación 12) Hora. Hora de desinstalación
Cálculo del indicador y medidas de dispersión (error)	<p>Se usarán modelos de ocupación simples (MacKenzie et al. 2018). Como paso previo se requiere elaborar un historial de detección en la cual las filas son los sitios y las columnas los eventos de muestreo basado en el agrupamiento de seis días por evento. Ese historial de detección se llenará con presencias (1), ausencias (0) y los eventos por sitio que en los que no estuvieron operativas las cámaras deben identificarse como NAs. Existen varias opciones para el análisis, tales como el programa Presence y su versión disponible para R (https://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.shtml), Unmarked en R (Fiske and Chandler 2011), entre otros.</p> <p>A continuación, se presenta un ejemplo de historial de detección:</p>

Sitio/Evento de muestreo	1	2	3	4	5	6	7
Sitio 1	0	1	0	0	0	0	0
Sitio 2	1	1	0	0	0	1	0
Sitio 3	NA	1	0	0	1	1	0
Sitio 4	NA	1	0	0	0	0	1

Para la estimación de la ocupación se recomienda incluir el uso de covariables de sitio (e.g., tipos de vegetación, altitud, topografía) y covariables de observación (e.g., distancia a cuerpos de agua, modelo de cámaras, etc.) para un mejor estimado de los parámetros de ocupación y detección, respectivamente. El procedimiento para este caso dependerá de la opción que se escoja para el análisis, sea Presence o R (Unmarked o Rpresence). A continuación, se presenta algunos modelos que podrían ser incluidos siguiendo el procedimiento en Unmarked (Fiske and Chandler 2011), aunque la idea es la misma en cualquiera de las otras opciones disponibles:

Modelo	Descripción
~1 ~1	Es el modelo nulo en donde el primer ~1 se refiere al submodelo de detección y el segundo ~1 al submodelo de ocupación.
~agua ~1	En este modelo se incluye la distancia a cuerpos de agua explicando la detectabilidad. La ocupación se asume constante
~cámara ~1	En este modelo se incluye el tipo de cámara explicando la detectabilidad. La ocupación se asume constante
~cámara + agua ~1	El efecto aditivo de la distancia a cuerpos de agua y el modelo de cámara. La ocupación se asume constante
~1 ~vegetación	En este modelo se incluye la vegetación como un efecto sobre la ocupación. La vegetación se puede incluir cuantitativamente como porcentaje de cobertura (de bosque), o cualitativamente (como un factor). La detectabilidad se asume constante.
~agua ~vegetación	En este modelo se incluye la vegetación como un efecto sobre la ocupación y la distancia a cuerpos de agua afectando la detectabilidad.
~agua ~año	En este modelo se incluye el año como un efecto sobre la ocupación y la distancia a cuerpos de agua afectando la detectabilidad.

Existen protocolos establecidos para la modelación y en algunos casos estos variarán de acuerdo con el programa usado. Por ejemplo, se suele modelar primero la detectabilidad y usar solo el mejor modelo de detección para el análisis de ocupación. A manera de ilustración, el modelo ~agua ~vegetación puede haberse obtenido de modelar primero la detectabilidad y en donde la distancia a cuerpos de agua (~agua) quedó como la explicación más robusta basado en los datos, lo cual se obtiene con base en el criterio de información de Akaike (AIC) (Burnham and Anderson 2002).

Sea la opción de análisis que se adopte en todos los casos el criterio para seleccionar el mejor modelo deberá basarse en la teoría de la información, es decir con el AIC. Los modelos óptimos serán aquellos cuya diferencia en el valor de AIC respecto al mejor modelo sea menor a 2 ($\Delta AIC \leq 2$) (Hurvich and Tsai 1989). Se recomienda incluir también el peso de los modelos (AIC weight) para evaluar el

	<p>poder explicativo relativo de cada modelo (Burnham and Anderson 2002). Así mismo, el ajuste de los mejores modelos (aquellos con $\Delta AIC \leq 2$) se analizará con una prueba de bondad de ajuste y con base en el parámetro de sobre dispersión (\hat{c}) (Burnham and Anderson 2002; MacKenzie and Bailey 2004).</p> <p>Todos los programas mencionados permiten estimar además los valores de los parámetros y sus medidas de dispersión (error estándar), así como, la significancia estadística del efecto de las covariables (se recomienda ver los manuales correspondientes en cada caso).</p>
Comparador (medición de cambios en el elemento ambiental)	Si se cuenta con más de una evaluación, será necesario incluir el efecto del año como una covariable de sitio para conocer si la ocupación ha variado con respecto a la línea de base, por ejemplo, el modelo ~agua ~año describe este efecto. Además, interesa conocer si las diferencias en la ocupación entre los años de evaluación son significativas (mejor dicho, si hay evidencia de cambio), para lo cual se seguirá el procedimiento de modelación con el programa escogido.
Umbral	En este caso, el diseño permite detectar una reducción de la ocupación en un 50% o más.

ORGANIZACIÓN Y LOGÍSTICA

Organización para el levantamiento de datos	<p>El plan propuesto considera 9 meses desde las capacitaciones iniciales hasta la redacción del informe.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="10">2022</th> </tr> <tr> <th>Actividades</th> <th>Responsables</th> <th>Abr</th> <th>May</th> <th>Jun</th> <th>Jul</th> <th>Ago</th> <th>Set</th> <th>Oct</th> <th>Nov</th> <th>Dic</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Capacitaciones</td> <td>Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Preparación de equipos</td> <td>Brigada de campo</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Implementación del monitoreo</td> <td>Brigada de campo</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sistematización y procesamiento de Datos Preparación de covariables</td> <td>Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Análisis estadísticos</td> <td>Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Redacción de informes</td> <td>Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table>			2022										Actividades	Responsables	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Capacitaciones	Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.	X	X								Preparación de equipos	Brigada de campo			X							Implementación del monitoreo	Brigada de campo			X	X	X	X				Sistematización y procesamiento de Datos Preparación de covariables	Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.						X	X			Análisis estadísticos	Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.								X		Redacción de informes	Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.								X	X
		2022																																																																																								
Actividades	Responsables	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic																																																																																
Capacitaciones	Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.	X	X																																																																																							
Preparación de equipos	Brigada de campo			X																																																																																						
Implementación del monitoreo	Brigada de campo			X	X	X	X																																																																																			
Sistematización y procesamiento de Datos Preparación de covariables	Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.						X	X																																																																																		
Análisis estadísticos	Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.								X																																																																																	
Redacción de informes	Especialista de monitoreo del ANP o quien haga sus veces.								X	X																																																																																
Insumos y materiales	<p>Equipos: GPS (tres), cámara fotográfica (3), linternas (6), computadora portátil (2).</p> <p>Insumos: Mapas del área de muestreo con unidades de muestreo establecidas, planillas de campo, libreta de campo, lápices, tajadores, bolsas de basura, machetes, lima de machetes, cinta métrica, baterías AA y AAA (para linternas y cámaras). El número de pilas por cámara trampa depende del modelo.</p>																																																																																									

	<p>Alimentación: víveres en función del número de personas participantes en la brigada de campo. Considerar un buen manejo del combustible y desechos durante los campamentos que sean requeridos para la instalación de las cámaras.</p> <p>Personal: 6 guardaparques, 2 especialistas, 3 estudiantes o asistentes (socios), 2 voluntarios</p> <p>Capacitaciones: Talleres teórico-práctico sobre estadística básica y modelos de ocupación. Se requiere un conocimiento de básico de estadística para una adecuada interpretación de los resultados.</p>
Medios de verificación	<p>Son las memorias que contienen las fotografías y videos de las trampas-cámara (o el disco duro con los datos), las localizaciones de los sitios de muestreo en coordenadas y las planillas de campo de instalación y desinstalación de las cámaras-trampa. Estas planillas incluyen el número de sitios de muestreo (al menos 90 sitios).</p>

BIBLIOGRAFÍA

- BURNHAM, K. P., AND D. R. ANDERSON. 2002. Model selection and multimodal inference: a practical information-theoretic approach. Springer, New York.
- BURTON, A. C., E. NELSON, D. MOREIRA, A. LADLE, R. STEENWEG, J. T. FISHER, E. BAYNE, AND S. BOUTIN. 2015. Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology* 52:675-685.
- CASTELLANOS, A. 2013. Iridium/GPS telemetry to study home range and population density of mountain tapirs in the Rio Papallacta watershed, Ecuador. *Tapir Conservation - The Newsletter of the IUCN/SSC Tapir Specialist Group* 22:20-25.
- FISKE, I., AND R. CHANDLER. 2011. Unmarked: an R package for fitting hierarchical models of wildlife occurrence and abundance. *Journal of Statistical Software* 43:1-23.
- GOTELLI, N. J., AND A. M. ELLISON. 2013. A primer of ecological statistics. Second edition, Sunderland, Massachusetts, USA.
- HURVICH, C. M., AND C.-L. TSAI. 1989. Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika* 76:297-307.
- IUCN STANDARDS AND PETITIONS COMMITTEE. 2019. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 14. Prepared by the Standards and Petitions Committee. Downloadable from <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>.
- KÉRY, M., AND J. A. ROYLE. 2016. Applied hierarchical modeling in ecology: Analysis of distribution, abundance and species richness in R and BUGS: Volume 1: Prelude and Static Models. Academic Press, Boston.
- KÉRY, M., AND J. A. ROYLE. 2021. Applied Hierarchical Modeling in Ecology: Analysis of Distribution, Abundance and Species Richness in R and BUGS. Volume 2: Dynamic and Advanced Models. Academic Press, London.
- LIZCANO, D. J., J. AMANZO, A. CASTELLANOS, A. TAPIA, AND C. M. LOPEZ-MALAGA. 2016. *Tapirus pinchaque*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T21473A45173922. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T21473A45173922.en>. Downloaded on 26 March 2020.
- MACKENZIE, D. I. 2015. Occupancy models. Pp. 123-143 in *Introduction to ecological sampling* (B. F. J. Manly and J. A. Navarro, eds.), CRC Press, New York, 200 pp.
- MACKENZIE, D. I., AND L. L. BAILEY. 2004. Assessing the fit of site-occupancy models. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 9:300-318.
- MACKENZIE, D. I., J. D. NICHOLS, J. A. ROYLE, K. H. POLLOCK, L. L. BAILEY, AND J. E. HINES. 2018. *Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence*. 2nd Edition edition. Academic Press, Boston.
- MANDUJANO, S., AND L. A. PÉREZ-SOLANO. (eds.) 2019. *Fototrampeo en R: organización y análisis de datos*. Volumen I. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Ver. México.
- MENA, J. L., AND V. PACHECO. 2020. Mountains and traits: environmental heterogeneity and mammal assemblages along an elevational gradient in the Northern Andes. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* DOI: 10.1080/01650521.2020.1851345.

- MENA, J. L., H. YAGUI, F. LA ROSA, P. PASTOR, J. RIVERO, AND R. APPLETON. 2020. Topography and disturbance explain mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) occupancy at its southernmost global range. *Mammalian Biology* 100:231-239.
- MENA, J. L., H. YAGUI, F. LA ROSA, A. ZÚÑIGA, F. L. HIYO, C. HUAMÁN, D. COTRINA, L. OCUPA, S. NEYRA, E. LOZADA, A. CAMPOS, AND M. TENORIO. 2017. Documento de Trabajo 24. Diseño de Monitoreo de Oso Andino y Tapir de Montaña Utilizando Cámaras Trampa: Experiencia en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe. WWF-SERNANP.
- NIEDBALLA, J., R. SOLLMANN, A. COURTIOL, AND A. WILTING. 2016. camtrapR: an R package for efficient camera trap data management. *Methods in Ecology and Evolution* 7:1457-1462.
- ROVERO, F., AND F. ZIMMERMANN. 2016. Camera trapping for wildlife research. Exeter: Pelagic Publishing, UK.
- TOBLER, M. W. 2015. Camera base version 1.7. Botanical Research Institute of Texas, <http://www.atrium-biodiversity.org/tools/camerabase>.

ANEXOS

ANEXO 1. Presupuesto para la implementación del monitoreo de tapir andino en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe.

S/ 302,233.00

S/ 205,153.00

PRESUPUESTO						
Requerimiento	Precio c/u	Presupuesto General		Presupuesto Requerido		Comentario
PERSONAL						
1 Especialista (4 meses)	S/ 3,500.00	4	S/ 14,000.00	4	S/ 14,000.00	
4 Guardaparques (4 meses)	S/ 1,900.00	8	S/ 15,200.00		S/ -	El ANP cuenta con el personal
4 Voluntarios comunales (90 días)	S/ 60.00	360	S/ 21,600.00	360	S/ 21,600.00	
			S/ 50,800.00		S/ 35,600.00	
CAPACITACIÓN						
Acompañamiento del primer evento de monitoreo (Consultoría)	S/ 36,000.00	1	S/ 36,000.00	1	S/ 36,000.00	
Análisis de datos y reporte (Consultoría)	S/ 18,000.00	1	S/ 18,000.00	1	S/ 18,000.00	
			S/ 54,000.00		S/ 54,000.00	
EQUIPOS						
GPS	S/ 1,600.00	4	S/ 6,400.00		S/ -	El ANP cuenta con el equipo
Cámara fotográfica (Con reflex, apto para insectos)	S/ 3,500.00	4	S/ 14,000.00		S/ -	El ANP cuenta con el equipo
Cámara trampa	S/ 1,200.00	100	S/ 120,000.00	60	S/ 72,000.00	Se cuenta con 40
Disco duro (2 TB al menos)	S/ 400.00	1	S/ 400.00	1	S/ 400.00	El ANP cuenta con el equipo
Memorias	S/ 40.00	120	S/ 4,800.00	95	S/ 3,800.00	Se cuenta con 25
Bolsa de dormir	S/ 250.00	8	S/ 2,000.00	8	S/ 2,000.00	
Matra DOITE	S/ 110.00	8	S/ 880.00	8	S/ 880.00	
Carpas bipersonales DOITE	S/ 900.00	4	S/ 3,600.00	2	S/ 1,800.00	Se cuenta con 2
Cocina de campo	S/ 200.00	4	S/ 800.00	4	S/ 800.00	
Balón de gas	S/ 100.00	8	S/ 800.00	8	S/ 800.00	
Computadora	S/ 6,000.00	1	S/ 6,000.00	-	S/ -	El ANP tiene computadora

			S/ 159,680.00		S/ 82,480.00	
MATERIALES						
Libreta de campo	S/ 12.00	24	S/ 288.00	24	S/ 288.00	
Wincha 5 m	S/ 20.00	6	S/ 120.00	6	S/ 120.00	
Cinta marcadora (cinta flying)	S/ 20.00	6	S/ 120.00	6	S/ 120.00	
Lápices	S/ 7.00	6	S/ 42.00	6	S/ 42.00	
Plumón indeleble	S/ 3.00	10	S/ 30.00	10	S/ 30.00	
Borradores	S/ 8.00	6	S/ 48.00	6	S/ 48.00	
Resma de papel bond	S/ 15.00	12	S/ 180.00	12	S/ 180.00	
Pilas AA	S/ 25.00	120	S/ 3,000.00	12	S/ 300.00	
Tapers	S/ 30.00	10	S/ 300.00	10	S/ 300.00	
Menaje de cocina	S/ 150.00	4	S/ 600.00	4	S/ 600.00	
Botellas para agua (aluminio)	S/ 60.00	8	S/ 480.00	8	S/ 480.00	
Toner	S/ 780.00	1	S/ 780.00		S/ -	El ANP cuenta con el equipo
Lima	S/ 5.00	5	S/ 25.00	5	S/ 25.00	
Silica gel	S/ 100.00	1	S/ 100.00	1	S/ 100.00	
Machete	S/ 15.00	4	S/ 60.00	4	S/ 60.00	
			S/ 6,173.00		S/ 2,693.00	
TRANSPORTE						
3 Porteadores por sector (7) por 8 días	S/ 60.00	168	S/ 10,080.00	168	S/ 10,080.00	
3 Acémilas por sector (1) por 8 días	S/ 50.00	24	S/ 1,200.00	24	S/ 1,200.00	
			S/ 11,280.00		S/ 10,080.00	
VIVERES						
Por día por persona	S/ 20.00	720	S/ 14,400.00	720	S/ 14,400.00	
			S/ 14,400.00		S/ 14,400.00	
COMBUSTIBLE						
Galón de petróleo	S/ 18.00	150	S/ 2,700.00	150	S/ 2,700.00	
			S/ 2,700.00		S/ 2,700.00	
MEDICINA						

Antiofídico	S/ 1,500.00	2	S/ 3,000.00	2	S/ 3,000.00	
Medicamentos (varios)	S/ 100.00	2	S/ 200.00	2	S/ 200.00	
			S/ 3,200.00		S/ 3,200.00	
TOTAL			S/ 302,233.00		S/ 205,153.00	