

ANEXO 2. FACTORES BIOLÓGICOS

2.0. LINEAMIENTOS GENERALES

2.0.1 ALCANCE

Como parte de la línea base se caracteriza los factores biológicos más relevantes de acuerdo a la ubicación geográfica del futuro proyecto, incluyendo la flora, los recursos forestales, los pastos naturales, la fauna terrestre –por ejemplo, aves, mamíferos, anfibios, reptiles e insectos– y los organismos hidrobiológicos continentales –en cuerpos de agua lénticos y lóticos– y/o marinos. Se evaluará si el proyecto se encuentra ubicado en un área donde se concentren recursos genéticos importantes de nivel fenotípico, considerando, por ejemplo, la agrobiodiversidad. Y, se describirán los aspectos biológicos relevantes y sensibles presentes en el área de estudio, con énfasis en aquellos que presentan mayor probabilidad a ser impactados por el proyecto: cuerpos de agua, ecosistemas frágiles, áreas de concentración de recursos genéticos, áreas prioritarias para la conservación, especies endémicas y/o protegidas, hábitats para las especies de polinizadores, sitios Ramsar, entre otros, así como identificar la presencia de especies exóticas e invasoras¹.

La evaluación de los factores biológicos es especialmente importante, pues el Perú es un país megadiverso, en el que los conocimientos sobre las especies son limitados. Así, es frecuente que las áreas de estudio de los proyectos correspondan a zonas que no han sido estudiadas previamente, y que no se conozca en detalle la flora y la fauna presente.

Es indispensable conocer la condición de los factores biológicos antes de que un proyecto empiece a desarrollarse. Esto porque, dependiendo de los impactos que pueda generar ese proyecto, se tomará en cuenta algunas consideraciones particulares en el momento de diseñar las medidas para evitar o prevenir, mitigar o minimizar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales, según sea necesario. Por ejemplo, en el caso de la afectación de una especie amenazada o de una unidad de vegetación (UV)².

En la tabla 2.0-1 se presenta las principales fases en la evaluación de los factores biológicos en la elaboración de la línea base.

Tabla 2.0-1: Principales fases en la evaluación de los factores biológicos

Actividades	Actividades
Pre campo (Planificación de la línea base)	<ul style="list-style-type: none">▪ Delimitación de área de estudio.▪ Recopilación de información sobre el clima y elaboración de climograma estableciendo los meses de temporada seca, húmeda y de transición para seleccionar las fechas idóneas para realizar los muestreos de flora y fauna.▪ Elaboración de mapas con las estaciones de muestreo considerando ubicación referencial de componentes, área de influencia directa e indirecta, unidades de vegetación, ecosistemas frágiles, hábitats críticos, cuerpos de agua, ANP, zonas de amortiguamiento de ANP, Áreas de Conservación

¹ Para mayor detalle, revisar el Listado Nacional de Especies Exóticas Invasoras contenidas en el Plan de Acción Nacional sobre las Especies Exóticas Invasoras en el Perú 2022-2026 aprobado mediante Decreto Supremo N° 006-2022-MINAM.

² Véase la definición de UV en la sección 2.1, “Flora y vegetación”.

Actividades	Actividades
	Regional, entre otros. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Compilación de data existente sobre la biodiversidad del área de estudio y elaboración de lista preliminar de especies y su estado de conservación. ▪ Elaboración de plan de trabajo para la evaluación biológica detallando las metodologías y esfuerzo de muestreo.
Campo (Trabajo de campo)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ejecución de la evaluación de campo de acuerdo a las metodologías del plan de trabajo y la estacionalidad. ▪ Validación de la ubicación referencial de las estaciones de muestreo según las características del proyecto.
Post campo (Interpretación de los datos y elaboración de informe)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación de muestras y especímenes. ▪ Depósito de especímenes colectados. ▪ Análisis de información recopilada en campo. ▪ Elaboración de informes.

Cabe precisar que una línea base biológica no es sinónimo de un inventario biológico ni de un estudio científico detallado. El objetivo de una línea base biológica es proporcionar una idea general de las características de la biodiversidad del área de estudio y de su estado (previo a la intervención del proyecto), con el fin de (i) identificar y caracterizar los impactos ambientales que el proyecto pueden generar sobre la biodiversidad, (ii) diseñar las medidas de manejo ambiental pertinentes y (iii) proporcionar un contexto de condiciones previas al proyecto que permitan evaluar la efectividad de estas medidas. Si bien la información levantada en la línea base debe ser lo suficientemente representativa de la biodiversidad local, no es necesario conocer en detalle todas las especies presentes ni todas sus características. Se priorizará aquellas variables y parámetros que luego puedan ser evaluadas y utilizadas para los fines que se mencionaron.

2.0.2 METODOLOGÍA

2.0.2.1 Revisión de información secundaria

Como primer paso antes de iniciar los trabajos de campo, se hace una búsqueda y consulta de toda la información disponible que exista sobre la biodiversidad del área de estudio donde ocurrirá el proyecto. Si no exista información específica, se consultará las siguientes fuentes:

- Información producida por instituciones académicas como universidades, herbarios, centros de investigación, institutos de investigación, museos de historia natural y similares.
- Publicaciones del ámbito distrital.
- Publicaciones del ámbito departamental.
- Publicaciones a nivel de ecosistema o cuenca.
- Publicaciones a nivel de región, ecorregión y/o zona de vida.

Se recomienda priorizar fuentes de información de carácter académico o científico por encima de literatura gris³; asimismo, en todos los casos deben ser correctamente referenciadas en el texto.

Luego de haber revisado la información secundaria, se recomienda elaborar una lista preliminar de las especies presentes (si hay evidencia por estudios previos) y/o potencialmente presentes (si, por ejemplo, el área del proyecto se superpone con el área de distribución potencial de la especie) en el área de estudio. En gabinete, se evalúa su estado de conservación, basado en listados nacionales e internacionales vigentes en la fecha de elaboración de la línea base. Este material sirve de guía para los especialistas que realicen el trabajo de campo.

2.0.2.2 Trabajo de campo

2.0.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

bajo de campo

Durante la planificación del trabajo de campo para la colecta de información primaria, se debe considerar que, en lo referente a la flora y fauna terrestre, las unidades de trabajo son las unidades de vegetación (UV); y en cuanto a la flora y fauna acuática continental, los cuerpos de agua lénticos y lóticos. Cuando se evalúen ecosistemas marinos, cerca de la costa se considerará las zonas intermareal y submareal, según corresponda, de acuerdo con los taxones evaluados; y para las evaluaciones alejadas de la costa, el mar se considerará como un todo, diferenciándose únicamente por estación de muestreo.

Se recomienda elaborar un climograma o histograma ombrotérmico (basado en datos de estaciones hidrometeorológicas con series de tiempo adecuadas, si las hubiera en la zona de estudio, o usando interpolaciones a partir de modelos climáticos⁴) en el que se indiquen los meses de estiaje y avenidas, a fin de determinar las fechas tentativas de las salidas de campo para el levantamiento de la línea base biológica.

Como se indicó anteriormente, si bien esto es una simplificación de la realidad, es una forma práctica y efectiva de sintetizar la información de manera tal que permita tomar decisiones para una adecuada gestión de los impactos de los proyectos.

Se elaborará un plan de trabajo que incluya como mínimo lo siguiente:

- Número preliminar de estaciones de muestreo y su potencial ubicación.
- Esfuerzo de muestreo (días efectivos de trabajo de campo).
- Metodologías por utilizar en el campo.
- Cronograma de muestreo.
- Mapa preliminar en el que se identifique el tipo de cobertura vegetal, cuerpos de agua, entre otros.

Para determinar preliminarmente el número de estaciones de muestreo y su potencial ubicación se tomará como base el estudio de imágenes satelitales, fotografías aéreas, cartografía o mapas batimétricos disponibles –por ejemplo, Google Earth–, así como la

³ La literatura gris –también denominada no convencional o semipublicada– son los documentos que no se difunden por los canales ordinarios de publicación comercial y no se ajustan a las normas de control bibliográfico (ISBN, etcétera).

⁴ Por ejemplo, (i) CHELSA (<https://chelsa-climate.org/>), (ii) IRI (<https://iridl.ldeo.columbia.edu/>), (iii) SENAMHI (<https://www.senamhi.gob.pe/tendenciashistoricas/>).

información secundaria disponible, la de UV y la de cuerpos de agua potencialmente presentes. La distribución de las estaciones de muestreo se organiza de manera tal que en todos los grupos de flora y fauna terrestre se evalúen representativamente todas las UV; en todos los grupos de flora y fauna acuática continental, los cuerpos de agua lénticos y lóticos; y en los ambientes marinos, las zonas intermareal y submareal, según corresponda. Asimismo, se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- La ubicación de las estaciones de muestreo será aleatoria dentro de cada UV, cuerpo de agua y zona marina. Para ello, se utiliza un tipo de método aleatorio, ya sea simple, estratificado o sistemático.
- La ubicación de las estaciones de muestreo tendrá una distribución que sea representativa para las distintas unidades del área de estudio, tomando en cuenta su amplitud.
- Se tendrá en cuenta los componentes del proyecto, como se explica en mayor detalle en el ítem 2.0.2.2.5.
- En el caso de hidrobiología, adicionalmente se considerará la ubicación de las estaciones de muestreo/monitoreo de calidad de agua, con el fin de que se pueda correlacionar la información biológica con la abiótica.

Se utilizará el término *estaciones de muestreo*, pues el propósito de la mayoría solo será caracterizar la línea base. Luego del proceso de evaluación de impactos, solo aquellas que serán incluidas en la red de monitoreo pasarán a denominarse *estaciones de monitoreo*; lo usual es que su número sea menor que el de las estaciones evaluadas en la línea base.

Normalmente, en esta fase, sólo se establece la ubicación referencial de las estaciones de muestreo; estas serán confirmadas en campo por los especialistas de las distintas disciplinas, como se describe en los siguientes ítems.

2.0.2.2.2 Colecta dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Una vez planificado el muestreo, y antes de que empiece el trabajo de campo, cuando las estaciones de muestreo se superpongan en Áreas Naturales Protegidas (ANP), se gestionará la autorización respectiva, ante el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) conforme la normativa que regula los procedimientos respectivos.

2.0.2.2.3 Ubicación de estaciones de muestreo

La ubicación final de las estaciones de muestreo será definida en el campo. Los principales criterios en los que se basará esta elección serán el juicio profesional y las características particulares de cada grupo biológico. Asimismo, se considerarán aspectos de accesibilidad, seguridad y ubicación de los componentes del proyecto.

No es necesario que las estaciones de muestreo de todas las disciplinas compartan exactamente las mismas coordenadas geográficas. Si bien el especialista en vegetación determina las UV representativas, los especialistas de los grupos de fauna e hidrobiología tendrán en cuenta, además, el comportamiento de sus respectivos grupos para poder definir adecuadamente la ubicación final de sus estaciones de muestreo.

Se diferenciará los puntos de muestreo que se ubiquen en un área natural protegida, cuando corresponda.

2.0.2.2.4 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo dependerá de las variables o parámetros que se requieran evaluar, y será específica para cada disciplina biológica.

Para ello, es importante definir las preguntas que se requiere resolver e identificar las variables/parámetros que serán evaluados. Luego, se definen los métodos de colecta que proporcionen los mejores datos.

2.0.2.2.5 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente cada unidad de vegetación o los cuerpos de agua. El número de unidades de muestreo es proporcional a la extensión de las unidades de vegetación, ambientes acuáticos y/o a la futura posible influencia que tendrá el proyecto. La decisión de cuantas unidades de muestreo se utilizarán, depende del organismo a estudiar, el tipo de ecosistema y el método de muestreo.

Sobre la base de la experiencia profesional, y teniendo en cuenta los objetivos de la línea base, se recomiendan las siguientes acciones:

1. Dividir el área de estudio en tres zonas:
 - a) Probable emplazamiento del proyecto (probable futura “huella del proyecto”);
 - b) Cerca al emplazamiento del proyecto (probable futura “área de influencia directa”);
 - c) Lejos del emplazamiento del proyecto (probable futura “área de influencia indirecta”).
2. Distribuir las unidades de muestreo según la zona a evaluar, de acuerdo con lo indicado en la tabla 2.0-1.

Tabla 2.2-2: Consideraciones para determinar el esfuerzo de muestreo de acuerdo al tamaño del área de estudio y el lugar de evaluación*

Consideraciones		Lugar de Evaluación en el área de estudio		
		Probable emplazamiento del proyecto	Cerca del emplazamiento del proyecto	Lejos del emplazamiento del proyecto
Objetivo		Debe servir para analizar la flora o fauna terrestre y/o acuática que será directamente afectada por el emplazamiento en la evaluación de impactos.	Posteriormente, podrán ser utilizadas en el plan de monitoreo como estaciones de monitoreo “directo” o “de impacto”.	Posteriormente, podrán ser utilizadas en el plan de monitoreo como estaciones de monitoreo “control”.
Número mínimo de unidades de	Proyectos pequeños (área de estudio <5000 ha)	2	2	1

muestreo x UV	Proyectos medianos (área de estudio 500-1 5000 ha)	3	2	1
	Proyectos grandes (área de estudio > 15 000 ha)	4	3	2
% del esfuerzo de muestreo		40% – 60%	25% – 40%	15% – 25%
Recomendación		Establecer el mayor número de unidades de muestreo que sea posible.		Podrían utilizarse luego con fines de compensación.

* Se presenta a manera de ejemplo, el número de unidades de muestreo por unidad de vegetación, en relación con la ubicación y extensión del proyecto y sus componentes. Sin embargo, la decisión de cuántas unidades de muestreo depende del organismo a estudiar, el tipo de ecosistema y el método de muestreo.

Elaboración propia a partir de las recomendaciones de Ecosystems Working Group (1998).

- Se sugiere que, para ambientes terrestres, las unidades de muestreo se realicen en distintos parches de la misma UV, con el fin de conocer la variabilidad local. En los ecosistemas acuáticos continentales, la ubicación de las unidades de muestreo abarcará los distintos mesohábitats⁵; mientras que, en los ecosistemas marinos, considerará las zonas intermareal y submareal –esta última en relación con la profundidad o distancia a la costa–.
- Se sugiere que el número final de unidades de muestreo por unidad de vegetación y/o ambiente acuático –continental y marino– sea proporcional a sus dimensiones dentro del área de estudio y, en la cantidad suficiente para un tratamiento estadístico. En el caso de ambientes terrestres, cuando se establezcan menos de cinco estaciones de muestreo por UV, se presentará un sustento: por ejemplo, un solo parche pequeño dentro del área de estudio.
- En caso el área de estudio involucre ANP, las consideraciones indicadas en la tabla 2.0-1 podrán modificarse a partir de los objetivos de conservación y el Plan Maestro del ANP, los cuales serán definidos en la autorización del SERNANP.
- En caso de que se realicen colectas que involucren extracción definitiva de especímenes, éstas serán depositadas en las instituciones científicas nacionales depositarias de material biológico registrado ante el Serfor.

2.0.2.2.6 Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que la biodiversidad sea evaluada considerando las dos principales estaciones del año hídrico. Esto es válido para la costa (invierno y verano), la sierra (temporadas húmeda y seca) y la selva (temporadas húmeda y muy húmeda / vaciante y creciente). Los desiertos con vegetación estacional –por ejemplo, tillandsiales y lomas– se evaluarán como mínimo en dos temporadas: invierno y verano. La única excepción es el desierto sin vegetación, en el que se podrá considerar una sola temporada de evaluación, pero se indicará su cercanía a las zonas con vegetación estacional.

⁵ Mesohábitat: tipo de hábitat definido por las características hidráulicas de los cuerpos de agua (por ejemplo, pozas, corridas, rápidos).

La mejor temporada de evaluación variará dependiendo del grupo biológico:

- Para la flora y fauna terrestre, se sugiere iniciar los muestreos en los momentos de mayor y menor precipitación –o humedad– de cada temporada, considerando que el efecto de la lluvia en el desarrollo de las plantas –y, por ende, en la fauna– no es inmediato, sino que se debe esperar a que se manifieste.
- Para la flora y fauna acuática, se sugiere realizar los muestreos durante las temporadas de mayor y menor precipitación –o humedad–, que coincidan con las temporadas de mayor y menor caudal, respectivamente.
- En el caso de ecosistemas marinos, se recomienda que los muestreos se realicen en dos temporadas al año, como mínimo, debido al efecto del aporte de sedimentos de los ríos –que varía en función de las temporadas lluviosa y seca– y del gradiente de temperatura del agua de mar –específicamente de la temperatura superficial del mar (TSM)– entre los meses más cálidos y fríos.
- En caso el área de estudio involucre ANP, se recomienda que los muestreos se realicen teniendo en cuenta las épocas reproductivas, migratorias, de muda y otras, de las especies objeto de conservación o señaladas en el Plan Maestro del ANP, lo cual podrá ser definido durante la obtención de la autorización ante el SERNANP.

Cabe añadir que, en las áreas intervenidas por actividades humanas, como por ejemplo, las áreas de expansión urbana, áreas de cultivo, crianzas, entre otros, se podrían evaluar en un solo momento.

2.0.2.2.7 Datos de registro y colecta

Se recomienda recoger en campo los siguientes datos, en todas las estaciones de muestreo y por especie:

- Número/código de estación de muestreo.
- Georreferenciación de la estación de muestreo y de las unidades de muestreo –si es más de una–: coordenadas UTM WGS84, indicando la zona a la que corresponde.
- Altitud –metros sobre el nivel del mar (msnm)– o profundidad –metros bajo el nivel del mar (m).
- Unidad o tipo de vegetación/cuenca hidrográfica/tipo de ambiente acuático/tipo de ecorregión marina –mar frío de la corriente peruana o de Humboldt y mar tropical.
- Condiciones meteorológicas; por ejemplo, lluvia, nubosidad, viento, o condiciones del mar.
- Clasificación taxonómica: clase, orden, familia y especie del taxón.
- Nombre común (en caso de que tenga).
- Nombre local (en caso de que se pueda averiguar).
- Indicación de especie: nativa, naturalizada, exótica, invasora.
- Especies con uso local: información obtenida de los pobladores locales y/o de las referencias bibliográficas.
- Registros fotográficos de las especies, especialmente las de interés para la conservación.
- Nombre del especialista.
- Fecha de registro y/o colecta.

* Se recomienda prestar especial atención a las especies exóticas (o no nativas) y a las especies invasoras. Para esto, se usa la lista de especies publicadas para Perú y complementar con información de repositorios de datos.

2.0.2.2.8 Métodos de muestreo en campo

Los métodos de muestreo en campo son específicos para cada disciplina, y deberán ser aplicados por profesionales con experiencia en muestreo comprobado en las disciplinas biológicas: herpetólogos, mastozoólogos, ornitólogos, botánicos, hidrobiólogos, entomólogos, entre otros. En la línea base se indicará los nombres de los biólogos que participaron en los trabajos de campo, especificando su especialidad y rol y años de experiencia.

Los métodos y el esfuerzo de muestreo serán los mismos en todas las campañas de evaluación, con la finalidad de poder comparar los resultados y determinar la variabilidad.

Como información complementaria, se pueden considerar los registros ocasionales (oportunistas) susceptibles de alimentar la base de datos y mejorar el registro de las especies en el área de estudio.

Dentro de la diversidad de herramientas para el muestreo en campo, además de las herramientas tradicionales, existen herramientas nuevas que pueden considerarse para aumentar el tiempo, la frecuencia y la cobertura de muestreo. Entre estas herramientas se consideran las cámaras trampa, los grabadores acústicos, los drones con distintos sensores, el ADN ambiental, entre otros. El uso de estas herramientas y los datos que permiten coleccionar y analizar, son justificados con la literatura pertinente. Asimismo, tomar las respectivas consideraciones⁶ para identificación de especies.

Cabe añadir que, la extracción definitiva se realiza hasta un máximo de tres muestras de flora y tres especímenes de fauna silvestre vertebrada –mamíferos menores terrestres: roedores, marsupiales y lagomorfos; mamíferos menores voladores: murciélagos; anfibios y reptiles– por cada estación de muestreo evaluado, solo en caso las muestras y/o especímenes no puedan ser identificados en campo. Asimismo, se coleccionará los especímenes que mueran de forma fortuita.

2.0.2.2.9 Control de calidad del muestreo

Dependiendo de la taxa evaluada, el área de estudio y disponibilidad de información, se recomienda que el *esfuerzo de muestreo* realizado sea validado mediante curvas de acumulación de especies. Si bien este método es limitado –pues en la mayoría de casos sólo considera la variable riqueza de especies y omite aspectos como abundancia o dominancia–, es uno de los más aplicados actualmente por su practicidad y eficacia. Se pueden utilizar otros métodos para realizar el control de calidad, pero deberá incluirse el sustento correspondiente y la fuente.

⁶ 1. Existe la posibilidad de que los especialistas de campo no sean necesariamente expertos taxonómicos en todos los grupos que incluye el estudio. En algunos casos pueden quizás producir un primer listado de especies identificadas, pero en grupos diversos y/o complejos (asteráceas, orquídeas, poáceas en plantas, invertebrados terrestres y acuáticos en general).

2. El proceso de identificación taxonómica requiere tiempo. En ese sentido, es posible que especies que son importantes por su abundancia u ocurrencia en sitios de interés, no puedan identificarse adecuadamente porque no se ha podido coleccionar especímenes que tengan las estructuras y condiciones necesarias (por ejemplo, plantas sin flor o fruto, insectos en estadios larvales, etcétera).

3. Al igual que se sugiere registrar diversos datos durante el proceso de colecta de datos muestrales, sugiero que se especifique para el proceso de identificación taxonómica mínimamente:

- Número de voucher de colecta (fecha, estación de muestreo, coleccionador, etcétera).
- Clasificación taxonómica: clase, orden, familia, especie, autor del taxón (año para fauna).
- Nombre del taxónomo que identifica.
- Lugar de depósito del voucher.

Se determina que un muestreo es representativo cuando a través de la curva, se alcanza un alto porcentaje del total de especies calculadas teóricamente (asíntota). Algunos autores como Jiménez-Valverde y Hortal (2003), refieren que esto es a partir del 70%. En la tabla 2.0-3 se presentan ejemplos para determinar curvas de acumulación de especies. Se recomienda elegir solo uno, de acuerdo con la distribución de los datos colectados, para evitar obtener múltiples valores teóricos de riqueza de especies.

res teóricos de riqueza de especies.

Tabla 2.2-3: Métodos recomendados para realizar curvas de acumulación de especies según la distribución de los datos

Métodos	Descripción	Modelo	Consideraciones
Paramétricos	Cuando la distribución matemática o estadística es conocida	Clench	Es recomendable cuando la intensidad de las muestras cambia con el transcurso del tiempo y se desea conocer que esfuerzo en tiempo mínimo se necesita
		Logarítmico	Es útil cuando los muestreos se realizan en áreas pequeñas y, eventualmente, se van a registrar todas las especies
		Exponencial	Se utiliza cuando el área es muy grande o los grupos son poco conocidos
No paramétrico	Cuando se asume que la distribución de los datos no es normal o conocida. Emplean proporciones de especies raras	Chao 2	Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas y el número de especies compartidas en dos muestras
		Jackknife 1 y 2	Considera el número de especies que solamente se encuentran en una muestra o, además, el de las que se encuentran en solo dos muestras
		Bootstrap	Estima la riqueza a partir de la proporción de muestras que contiene cada especie

Fuente: Jiménez-Valverde y Hortal, 2003.

2.0.2.2.10 Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.0-4 se presenta un resumen de las variables que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en campo, por unidad de vegetación y considerando estacionalidad. También se indica su relación potencial con el proceso de EIA. Aquellas que se utilicen para la línea base (LB), evaluación de impactos (EI), el plan de manejo (PMA) y/o plan de monitoreo (PMO) contarán con una base de datos en la cual se indique los valores por estación de muestreo.

Tabla 2.2-4: Variables generales de análisis para la línea base biológica

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Riqueza de especies	Número de especies (S)	Cantidad o listado de especies.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Stohlgren, 2007.	PMO: sirve para comparar valores de riqueza durante el monitoreo.
Diversidad alfa	Índice de Shannon-Wiener (H')	Grado de incertidumbre de predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Stohlgren, 2007.	PMO: sirve para comparar valores de diversidad durante el monitoreo
	Dominancia (D) e índice de Simpson (1-D)	Probabilidad de que dos individuos capturados al azar entre todos los individuos de una comunidad sean de la misma especie. El índice de Simpson, en cambio, representa la equidad.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Stohlgren, 2007.	PMO: sirve para comparar valores de diversidad durante el monitoreo
	Índice de Pielou (J')	Permite la comparación del índice de H' con la distribución de los individuos de las especies observadas, es decir, con la diversidad máxima.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Stohlgren, 2007.	LB: sirve para complementar el índice de Shannon-Wiener y medir la proporción de la diversidad
Diversidad beta	Coefficiente de similitud cualitativa de Jaccard	Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Stohlgren, 2007.	LB: sirve para comparar y agrupar las unidades de muestreo y confirmar, por ejemplo, la composición de las unidades de vegetación. PMO: sirve para comparar los cambios que se presentan en las poblaciones.
	Coefficiente de similitud cualitativa de Sørensen-Dice	Relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios.	Krebs, 1999; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	
	Coefficiente de similitud cuantitativa de Morisita	Relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y la total. Es altamente sensible a las especies abundantes.	Krebs, 1999; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	
Abundancia	Abundancia relativa (%)	Cantidad o número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total del conjunto de especies de una unidad.	Krebs, 1999; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: sirve para comparar valores de abundancia durante el monitoreo.
Densidad	Densidad relativa (%)	Número de individuos que ocupan un área.	Krebs, 1999; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: sirve para comparar valores de densidad durante el monitoreo.
Dominancia	Dominancia relativa (%)	Relación entre la dominancia de una especie y el total de las dominancias de todas las	Krebs, 1999; Köhl <i>et al.</i> , 2006	LB: sirve para comparar valores de abundancia durante el monitoreo

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
		especies.		
Unidades de vegetación	Unidad de vegetación	Superficies de unidades de vegetación.		El: sirve para medir la pérdida de cobertura vegetal.
Cobertura vegetal	Cobertura vegetal (%)	Área de suelo desnudo y variación de la cobertura vegetal de acuerdo con la estacionalidad		
Ecosistemas frágiles	Aquellos incluidos en el artículo 99 de la Ley General del Ambiente	Ecosistemas cuya conservación debe ser priorizada y que, en caso de afectación, requerirán medidas de compensación.	Ley General del Ambiente	El: sirve para medir la afectación de ecosistemas frágiles. PMA: sirve para establecer medidas de compensación.
Especies claves	Inventario y abundancia de especies clave	Selección de especies que sean sensibles a la perturbación y moderadamente abundantes en el área de estudio —y cuya población se pueda monitorear—, y que presenten cierto grado de especialización en el hábitat.	Stotz <i>et al.</i> , 1996	El: sirve para evaluar impactos en especies clave. PMO: sirve para establecer planes de manejo de especies clave.
Especies amenazadas	Inventario y georreferenciación de especies según legislación nacional	Información georreferenciada de especies amenazadas incluidas en la normativa nacional.	Normativa nacional	El: sirve para evaluar impactos en especies amenazadas. PMO: sirve para diseñar planes de manejo de especies amenazadas. Nota: en caso de registrarse especies CR o EN, sus datos de registro se tendrán en cuenta para los planes de manejo y/o compensación
	Inventario y georreferenciación de las especies listadas en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	Información georreferenciada de especies amenazadas incluidas en convenios internacionales vinculantes.	CITES	
	Inventario y georreferenciación de las especies listadas en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza	Información georreferenciada de especies amenazadas determinadas por instituciones reconocidas en conservación.	UICN	

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
	(UICN)			
Especies endémicas	Inventario y georreferenciación de especies endémicas según literatura especializada	Información georreferenciada de especies endémicas.	Específica para cada grupo.	El: sirve para evaluar impactos en especies endémicas. PMO: sirve para establecer planes de manejo de especies endémicas.
Especies invasoras y/o exóticas	Inventario y georreferenciación de especies invasoras y/o exóticas	Información georreferenciada de especies exóticas o foráneas cuya introducción causa o puede causar daños económicos, ambientales o a la salud humana	Específica para cada grupo	Sirve para medir el riesgo de desplazamiento de especies nativas.
Especies con usos locales	Inventario de especies con usos locales	Información de plantas útiles o que potencialmente pueden ser usadas por los pobladores locales	Específica para cada grupo	El: sirve para evaluar impactos en especies con usos locales que, a su vez, puedan afectar indirectamente a los pobladores locales.
Indicadores biológicos*		Estado de conservación del área de estudio		

* Por ejemplo, el paco "*Aciachne pulvinata*" en áreas de bofedales y el césped de puna pueden construir un indicador de sobrepastoreo (Salvador *et al.* 2014).

Cabe añadir que, se presenta la constancia o certificado de depósito de las muestras o especímenes colectados, y de ser posible, la constancia o certificado de su identificación.

2.0.3 REPRESENTACIÓN ESPACIAL

Todas las líneas base contarán con mapas referenciales. Para ecosistemas terrestres, la base es el Mapa de ecosistemas del Perú (MINAM, 2018), y el mapa unidades de vegetación que se realiza como parte de la línea base de flora y vegetación; para ecosistemas acuáticos continentales, la base serán los límites de las cuencas hidrográficas; y para los ecosistemas marinos, se usará como base imágenes satelitales disponibles, cartografía y mapas batimétricos de la zona.

Los capítulos de línea base biológica incluyen como mínimo lo siguiente:

- Mapa de estaciones de muestreo, diferenciando temporalidad en caso aplique.
- Mapa de registro de especies de interés para la conservación.

2.0.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonham, C. D. (2013). *Measurements for terrestrial vegetation*. John Wiley & Sons. Nueva York
- Braude, S. y Low, B. S. eds. (2010). *An introduction to methods and models in ecology, evolution, and conservation biology*. Princeton University Press. New Jersey.
- Brown, J. K. (1974). Handbook for inventorying downed woody material. Gen. Tech. Rep. INT16. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 24 p.
- Ecosystems Working Group (1998). *Standard for terrestrial ecosystem mapping in British Columbia*. Superior Repro.
- Elzinga, C. L., Salzer, D. W. y Willoughby, J. W. (1998). *Measuring & Monitoring Plant Populations*. Denver, Colorado. Bureau of Land Management National Business Center.
- Elzinga, C. L., (1997). *Vegetation monitoring: an annotated bibliography (Vol. 352)*. DIANE Publishing. Weber: Ogden.
- Henderson, P. A. (2003). *Practical methods in ecology*. Malden, MA: Blackwell.
- Jensen, M. E., Hann, W., Keane, R. E., Caratti, J. y Bourgeron, P. S. (1993). ECODATA-A multiresource database and analysis system for ecosystem description and evaluation. *Eastside forest ecosystem health assessment*, 2, pp. 249-265.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8 (31-XII): 151-161.
- Köhl, M., Magnussen, S. S. y Marchetti, M. (2006). *Sampling methods, remote sensing and GIS multiresource forest inventory*. Springer Science & Business Media. New York.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology*. Segunda edición. Menlo Park: Benjamin Cummings.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton: Princeton University Press.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Cyted, Orcyt-Unesco, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) Zaragoza.
- Salvador F, Monerris J, Rochefort L (2014) Peatlands of the Peruvian Puna ecoregion: types, characteristics and disturbance. *Mires and Peat* 15: 1–17.
- Schulz, B. K., Bechtold, W. A. y Zarnoch, S. J. (2009). *Sampling and estimation procedures for the vegetation diversity and structure indicator*. Unid States Departamento of Agriculture USDA.
- Stohlgren, T. J. (2007). *Measuring plant diversity: lessons from the field*. Oxford University Press.
- Stotz, D., Fitzpatrick, J., Parker, T., y Moskovits, D. (1996). *Neotropical birds: Ecology and conservation*. Chicago: University of Chicago.
- Portillo, G. Qué es y cómo se interpreta un climograma. Consultado el 19 de noviembre de 2024. URL: <https://www.meteorologiaenred.com/climogramas.html>
- Quinn, G. P. y Keough, M. J., (2002). *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press. New York.

2.0.5 DOCUMENTOS DE CONSULTA

- Gulliso, T., Hardner, J., Anstee, S. y M. Meyer (2015). *Buenas prácticas para la recopilación de datos de línea base de biodiversidad. Preparado para el Grupo de Trabajo sobre Biodiversidad de Instituciones Financieras Multilaterales y la Iniciativa Intersectorial sobre Biodiversidad (CSBI)*. Banco Interamericano de Desarrollo.

- Ministerio del Ambiente (2015a). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. R. M. 059-2015-MINAM.
- Ministerio del Ambiente (2015b). *Guía de inventario de fauna silvestre*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. R. M. 057-2015-MINAM.
- Ministerio del Ambiente (2015c). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Resolución Ministerial 059-2015-MINAM.
- Ministerio del Ambiente (2015d). *Guía de inventario de la fauna silvestre*. Resolución Ministerial 057-2015-MINAM.
- Ministerio del Ambiente (2015e). *Mapa nacional de cobertura vegetal*. Memoria descriptiva. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente (2018). *Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú*. Resolución Ministerial N° 440-2018-MINAM.
- Ministerio del Ambiente, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Museo de Historia Natural (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Lima: Departamentos de Limnología e Ictiología.
- Ministerio de Agricultura y Riego (2015a). *Reglamento para la Gestión Forestal*. Anexo 1, requisito 7. Decreto Supremo 018-2015-MINAGRI.
- Ministerio de Agricultura y Riego (2015b). *Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre*, Anexo 2, requisito 28. Decreto Supremo N° 019 2015-MINAGRI.
- Ministerio de Agricultura y Riego (2015c). Artículo 135 del Decreto Supremo N° 019-2015-MINAGRI; artículo 156 del Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI.

2.1. FLORA Y VEGETACIÓN

2.1.1 ALCANCE

Como parte de la línea base, se caracteriza el factor “flora y vegetación”, es decir, las especies de plantas y las comunidades vegetales que estas forman en el área de estudio. Se tendrá en cuenta los siguientes conceptos:

- **Flora:** se refiere al conjunto de plantas que habita en un área geográfica.
- **Vegetación:** se refiere a la cobertura o comunidades de plantas que crecen sobre la superficie del suelo.
- **Tipo de vegetación:** se refiere a la colección de plantas que viven juntas en determinada área, que se caracterizan por su fisonomía y estructura, y por poseer una o más especies dominantes. Conceptos similares son formación vegetal, fisonomía vegetal, comunidad vegetal (Aubréville 1956, 1957; Beard 1944, 1955; Burt Daby 1938; Grisebach 1872; Humboldt 1805, 1807; Mueller-Dombois y Ellenberg 1967; Kuchler 1967; Rubel 1930; Schimper 1898; Tansley y Chipp 1926; Trochain 1955, 1957; Warming 1895, 1909).
- **Unidad de vegetación (UV):** es el tipo de vegetación descrito a una determinada escala; constituye una representación simbólica de un grupo de plantas que se distingue visualmente de otro. Si bien en la realidad las unidades de vegetación pueden o no ser homogéneas –y, muchas veces, formar mosaicos muy complejos–, para fines de la línea base es necesario simplificarlas a un número finito con límites espaciales de fácil interpretación, para que la información sea accesible, permita elaborar mapas temáticos y luego sirva como insumo para la toma de decisiones en el proceso de la EIA. No obstante, el muestreo de las unidades de vegetación debe presentar el nivel de detalle suficiente para mostrar la variabilidad de estas; lo cual está influenciado por el clima, tipo de suelo, disponibilidad de agua y de nutrientes, así como factores antrópicos y bióticos. *Para fines del capítulo de flora y vegetación de las líneas base, la principal variable de análisis será la unidad de vegetación.*

2.1.2 METODOLOGÍA

2.1.2.1 Revisión de información secundaria

Como primer paso, previo a los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre la flora y la vegetación del área de estudio. En el caso específico de la flora, además de lo mencionado en la sección 2.0, “Lineamientos generales”, también se consulta la información disponible sobre la flora peruana en herbarios a nacionales e internacionales.

Para nombrar y describir a las unidades de vegetación, se utilizará el *Mapa nacional de la cobertura vegetal* (MINAM, 2015a). La información cartográfica de este mapa se tomará como base referencial; luego esta será verificada en campo. En casos excepcionales, se podrán usar ciertas denominaciones que serán normalizadas según el *Mapa nacional de cobertura vegetal* mediante un cuadro de equivalencias.

2.1.2.2 Trabajo de campo

2.1.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Se seguirá lo indicado en la Sección 2.0. Los especialistas en vegetación analizan las imágenes satelitales disponibles, definirán preliminarmente las potenciales UV por muestrear y, sobre la base de su distribución, propondrán la ubicación de las estaciones de muestreo.

2.1.2.2.2 Ubicación de las estaciones de muestreo

La definición final acerca de dónde se ubicarán las estaciones de muestreo se tomará en el campo, sobre la base tanto del juicio especializado de los profesionales como de las características de la vegetación.

Por ejemplo, se puede utilizar el método de selección subjetiva (Mueller-Dombois Ellenberg 1974; Barbour *et al.* 1987), que considera lo siguiente:

- El menor grado de afectación o alteración humana posible, lo que significa zonas de pastoreo, carreteras, caminos, centros poblados, caseríos, áreas de cultivos, terrenos abandonados, entre otros.
- El menor grado de alteración natural esporádica, que se refiere a deslizamientos, derrumbes, huaicos, inundaciones, entre otros sucesos.

2.1.2.2.3 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar y de la metodología seleccionada. En la tabla 2.1-1 se presenta ejemplos para el caso de la vegetación. El número de unidades muestrales por estación de muestreo dependerá tanto de las características y dimensiones del área de estudio como de la metodología de muestreo.

Por ejemplo, en el caso de proyectos lineales en la selva, para realizar una buena evaluación se podrían necesitar hasta 10 UM por estación de muestreo. Por el contrario, en proyectos puntuales en la sierra, es común que una estación de muestreo corresponda a una UM. Esta decisión la tomará el biólogo responsable de la línea base de flora, y en el informe se explicará y justificará el número finalmente elegido.

Las unidades de muestreo comprenden el registro de datos mediante la colecta de una o más muestras (réplicas), ello a fin de mantener la consistencia para el análisis de información.

Tabla 2.2-1: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para diferentes variables de vegetación

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	Número de UM / Estación de muestreo
Densidad, frecuencia o biomasa	Cuadrante, parcela	1-10
Cobertura	Transectos lineales, puntos de muestreo o cuadrantes	1-3

Para la selección de las unidades de muestreo, se respetará la teoría del muestreo, de manera que se asegure en un registro mínimo del 50% de la riqueza de especies. Se sugiere consultar bibliografía especializada, tal como Bonham (2013) y Elzinga *et al.* (1998).

2.1.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente cada unidad de vegetación. Se seguirán las recomendaciones incluidas en la Sección 2.0.

2.1.2.2.5 Estacionalidad

Si bien la estacionalidad dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda iniciar las evaluaciones de la vegetación en los momentos de mayor y menor precipitación –o humedad– de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de las plantas no es inmediato y se debe esperar a que se manifieste.

2.1.2.2.6 Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta son adicionales a los indicados en la sección 2.0:

Datos generales para la flora:

- Hábito o forma de crecimiento.
- Estatus de protección y distribución según el Libro rojo de las plantas endémicas del Perú (León et al., 2006).
- Fenología.
- Uso potencial.
- Dependencia de la zoopolinización.

Datos para especies herbáceas:

- Cobertura estimada o inferida.

Datos para especies arbóreas:

- Número de individuos registrados.
- Altura de los individuos.
- Diámetro a la altura de pecho (DAP) de los individuos.

2.1.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación comprenderá métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos incluyen comúnmente al inventario florístico y las búsquedas intensivas, en caso de que existan especies objetivo. Estos métodos se aplican para obtener un adecuado nivel de conocimiento de la riqueza de especies de flora presente en el área de estudio.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.1-2 (pág. siguiente) se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. Estos métodos se aplican para realizar análisis cuantitativos: cobertura, diversidad gama y beta, abundancia, densidad, entre otros.

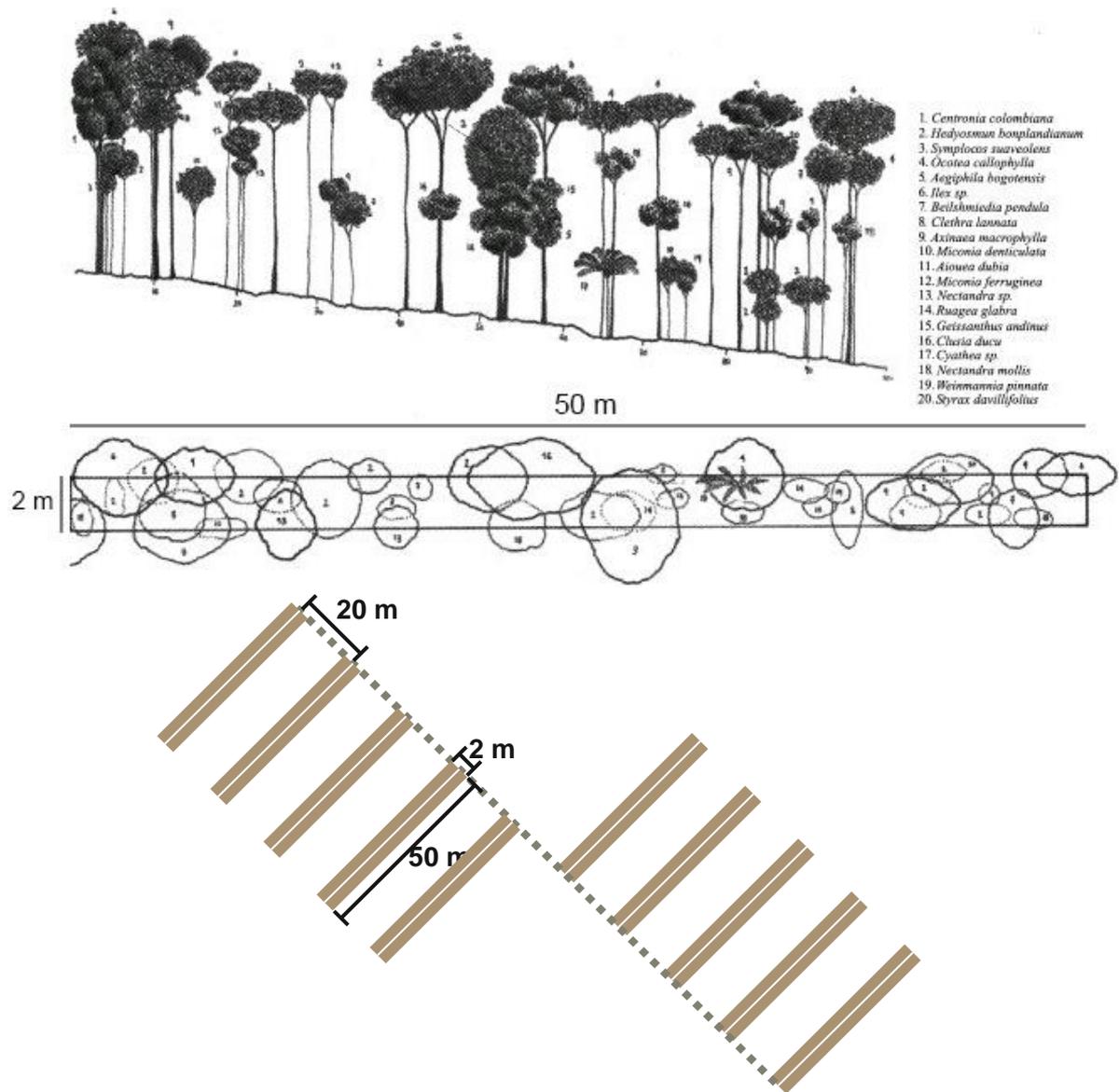
El método seleccionado responderá al tipo de forma de crecimiento, independientemente de la región geográfica en la que se encuentre.

Tabla 2.2-2: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de la flora según la forma de crecimiento de la vegetación

Método de acuerdo con la unidad de muestreo	Tipo de medición	Forma de crecimiento	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Línea de intercepción de 50 o 100 m	Lineal	Herbáceo	Costa y sierra	Riqueza, frecuencia y cobertura	Bonham, 2013; Elzinga <i>et al.</i> , 1998; Goldsmith <i>et al.</i> , 1986; Jensen <i>et al.</i> , 1993; Krebs, 1999; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974.
Puntos de intercepción (100 lecturas)	Lineal	Herbáceo y arbustivo	Costa y sierra	Riqueza, cobertura, estructura vertical (altura de plantas)	Bonham, 2013; Elzinga <i>et al.</i> , 1998; Goldsmith <i>et al.</i> , 1986; De Vries, 1986; Jensen <i>et al.</i> , 1993; Krebs, 1999; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974.
Transecto de Gentry 50 X 2 m (10 transectos)	Área	Arbóreo (incluyendo lianas)	Sierra, selva alta y selva baja	Riqueza, abundancia, DAP, altura	Gentry, 1982, 1988; Bonham, 2013; Phillips <i>et al.</i> , 2001.
Cuadrante de 1 m ² (1 x 1 m)	Área	Herbáceo	Costa y sierra	Riqueza, abundancia, cobertura	Bonham, 2013; Elzinga <i>et al.</i> , 1998; Goldsmith <i>et al.</i> , 1986; Krebs, 1999; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974.
Cuadrante de 16 m ² (4 x 4 m)	Área	Arbustivo	Costa y sierra	Riqueza, abundancia, cobertura	Bonham, 2013; Dombos y Ellenberg, 1974; Elzinga <i>et al.</i> , 1998.
Cuadrante de 100 m ² (10 x 10 m) o 400 m ² (20 x 20 m)	Área	Arbórea	Sierra y selva alta	Riqueza, abundancia, DAP, altura	Bonham, 2013; Dombos y Ellenberg, 1974; Köhl <i>et al.</i> , 2006
Parcela modificada de Whittaker 1000 m ² (50 x 20 m)	Área	Arbóreo (diferentes clases diamétricas, arbustivo y herbáceo)	Costa, sierra y selva	Riqueza, abundancia, cobertura (Braun-Blanquet, hierbas), DAP (arbustivas y arbóreas), altura (arbustivas y arbóreas)	Bonham, 2013; Stohlgren <i>et al.</i> , 1995; Campbell <i>et al.</i> , 2002

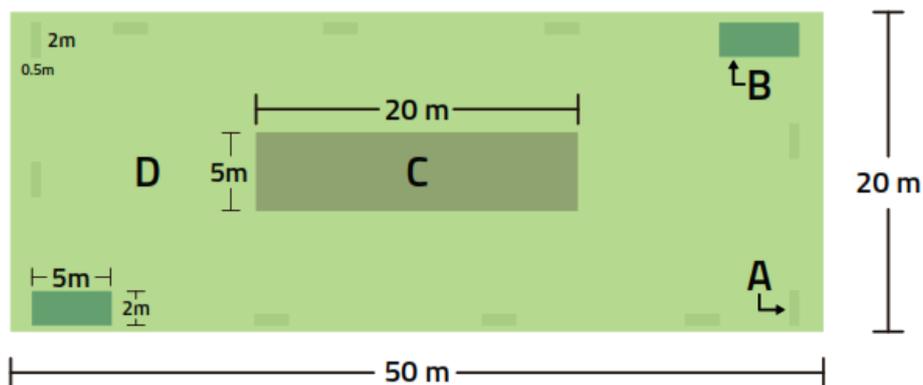
En las figuras 2.1-1 y 2.1-2 se presentan ejemplos de diagramas para los métodos del transecto de Gentry y la parcela modificada de Whittaker, respectivamente. Estos diagramas son referenciales, pero pueden servir de guía para su aplicación en campo.

Figura 2.2-1: Diagrama del transecto de gentry, para ser aplicado en zonas boscosas



Fuente: Cantillo *et al.* (2004) y adaptado de Monteagudo *et al.* (2016).

Figura 2.2-2: Diagrama de la parcela modificada de Whittaker, para ser aplicado en zonas boscosas



Fuente: Campbell, 2002.

Tabla 2.2-3: Esfuerzo de evaluación de flora y vegetación

Principal	Secundaria o complementaria
Línea de intercepción de 50 o 100 m	Cuadrante de 16 m ² (4 x 4 m) Cuadrante de 100 m ² (10 x 10 m)
Puntos de intercepción (100 lecturas)	
Transecto de Gentry 50 X 2 m (10 transectos)	Cuadrante de 1 m ² (1 x 1 m) Línea de intercepción de 50 o 100 m
Cuadrante de 1 m ² (1 x 1 m) Cuadrante de 16 m ² (4 x 4 m) Cuadrante de 100 m ² (10 x 10 m) o 400 m ² (20 x 20 m)	
Parcela modificada de Whittaker 1000 m ² (50 x 20 m)	

2.1.2.2.8 Control de calidad del muestreo o monitoreo

Elegir uno de los métodos descritos en la Sección 2.0 y aplicarlo para los registros de flora. Como mínimo, se realizará una curva de acumulación general y, en la medida de lo posible, una para cada unidad de vegetación.

2.1.2.2.9 Colecta de muestras y determinación taxonómica

La determinación taxonómica de especímenes considera el sistema de clasificación APG IV o su versión más actualizada, y la nomenclatura tiene que ser contrastada con la versión más actual de bases mundiales referenciales, tales como Tropicos (2017), The Plant List (2013) o International Plant Names Index (2015). El lugar de depósito de la muestra botánica será en un herbario indexado del nivel nacional.

2.1.2.3 Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.1-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los datos de flora y vegetación que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en el campo, complementarias a los indicados en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo al contexto del proyecto y los ecosistemas presentes en el área de estudio.

Tabla 2.2-4: Variables de análisis específicas para la línea base de flora y vegetación

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Unidades de vegetación	Unidades de vegetación predominantes que conforman el paisaje del área de estudio	Las características de las unidades de vegetación, así como sus especies dominantes.	MINAM, 2015a; UNESCO, 1973; Comunidad Andina 2009; Natureserve, 2017.	Son las bases del análisis de la línea base biológica, evaluación de impactos y monitoreo.

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Superficie de cobertura vegetal	Superficie en hectáreas de coberturas vegetales por unidad de vegetación	La superficie de cobertura vegetal asociada a cada unidad de vegetación, tomando en consideración los componentes del proyecto.	Krebs, 1999; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	EI: análisis de pérdida de cobertura vegetal.
Abundancia	Abundancia relativa (%)	La cantidad o el número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total de las especies en una unidad (solo aplica para árboles y arbustos).	Krebs, 1999; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	EI: variación de la abundancia relativa de las especies (árboles y arbustos) representativas en las unidades de vegetación o el área de estudio. PMO: comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.
Densidad	Densidad relativa (%)	El número de individuos que ocupan un área (solo aplica para árboles y arbustos).	Krebs, 1999; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: comparación de valores de densidad durante el monitoreo.
Cobertura	Cobertura vegetal (%)	La relación de la cobertura de una especie entre el total de la cobertura de todas las especies (aplica para especies herbáceas).	Krebs, 1999; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: comparación de valores de cobertura durante el monitoreo.
Valor de importancia ecológica de especies representativas	Índice de valor de importancia (IVI) (frecuencia relativa + densidad relativa + dominancia relativa [área basal en función de especies con medidas dasométricas] de las especies representativas o con mayor IVI de los estratos verticales)	La importancia ecológica de las especies representativas sobre la base de la estructura horizontal y vertical de la vegetación.	Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974;	EI: pérdida o cambio de las especies con mayor valor ecológico en todos los estratos verticales de la vegetación (por ejemplo, pérdida de árboles, arbustos y hierbas representativos de un bosque, pérdida de arbustos y hierbas representativos de un matorral).
Vigor de la vegetación	Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por sus siglas en inglés)	Las respuestas de la vegetación frente a cambios ambientales, por medio de un estimador que mide la radiación fotosintética del conjunto de plantas.	Gilbert <i>et al.</i> , 1997.	EI: cambio en la estructura de la vegetación

2.1.3 REPRESENTACIÓN ESPACIAL

La línea base de flora incluirá, además de lo indicado en la Sección 2.0, un mapa de unidades de vegetación.

En la tabla 2.1-4 se presentan alternativas de tipos de medición para elaborar el mapa de vegetación utilizando el método de procesamiento y análisis de imágenes satelitales. En la línea base se precisará el tipo de imagen y la fecha de toma (como máximo dos años de antigüedad contados desde la fecha de elaboración del mapa).

Tabla 2.2-5: Procesamiento digital y análisis de imágenes para elaboración del mapa de vegetación

Método	Tipo de medición	Principales datos obtenidos	Resolución espacial
Procesamiento digital y análisis de imágenes satelitales con herramientas como programas de geomática	Superficie o área	Coberturas de las unidades de vegetación	Resolución media (10-30 metros): imágenes satelitales Landsat 8, SPOT. Resolución alta (< 5 m): imágenes Rapideye, Geoeye y otros.
	Valores espectrales de NDVI	Vigor de la vegetación	Resolución media (10-30 metros): imágenes satelitales Landsat 8, SPOT. Resolución alta (< 5 m): imágenes Rapideye, Geoeye y otros

2.1.4 CAPÍTULOS ESPECÍFICOS PARA FLORA Y VEGETACIÓN

2.1.4.1 Epífitas

2.1.4.1.1 Alcance

Los proyectos cuya área de estudio incluya sectores de selva baja o alta tendrá que poner particular énfasis en la vegetación epífita, de manera complementaria a la evaluación de flora y vegetación, como se indica en la Sección 2.1.

Las epífitas son todas aquellas plantas que crecen sobre otras especies vegetales, sin ser parásitos de ellas. Las epífitas evolucionaron por la necesidad de evitar la competencia con las otras plantas respecto al acceso a la luz, nutrientes, suministros de agua, o simplemente por espacio. Este tipo de plantas, en general, se dividen en: (a) epífitas vasculares, conformadas principalmente por helechos y plantas con flores; y epífitas no vasculares (b), conformadas generalmente por musgos, hepáticas, antocerotes y líquenes.

Las epífitas constituyen hasta el 25% de la riqueza de plantas vasculares en los bosques tropicales, y muchas especies –como las orquídeas, las bromelias, las aráceas y los helechos– tienen importancia socioeconómica.

2.1.4.1.2 Metodología

- **Revisión de información secundaria**

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se tiene que consultar la información disponible sobre la flora epífita del área de estudio. Además de lo mencionado en el capítulo 2.0, se consultará la información disponible en herbarios

del ámbito nacional e internacional, y en bibliografía especializada, como Ibisch *et al.* (1996).

▪ Trabajo de campo

Planificación del trabajo de campo

Se seguirá lo indicado en la Sección 2.0.

Ubicación de estaciones de muestreo

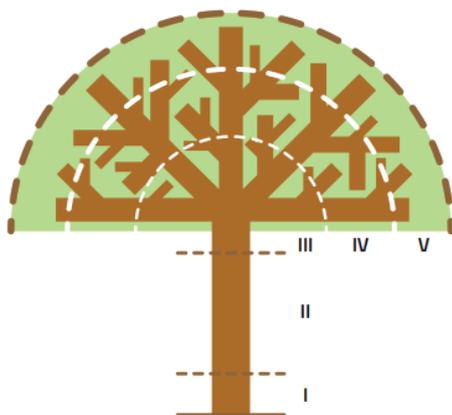
Como contexto general, se recomienda seguir las directrices o pautas de la evaluación presentadas en la sección 2.1. Solo en caso se identifique concentraciones particulares de epífitas, o la presencia de especies importantes fuera de las estaciones de muestreo de flora y vegetación, se realizará el muestreo adicional, dirigido únicamente a este tipo de vegetación.

Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) aplicada a la evaluación de epífitos corresponde a la planta hospedera o forófito. Se recomienda que los hospederos a evaluar tengan un DAP ≥ 10 cm.

Los forófitos generalmente presentan diferentes estratos para el desarrollo de las epífitas, los cuales están correlacionados con condiciones de luz, nutrientes y agua. Por tanto, se recomienda subdividir al hospedero en cinco secciones para la evaluación (Johansson, 1974).

Figura 2.2-3: Diagrama de subdivisión del forófito



- Sección I: Parte basal del tronco (0-3 m).
- Sección II: Desde los 3 m hasta la primera ramificación del tronco.
- Sección III: Parte basal de las ramas grandes (tercera parte de la longitud total de las ramas).
- Sección IV: Parte media de las ramas grandes (tercera parte de la longitud total de las ramas).
- Sección V: Parte exterior de las ramas grandes (tercera parte de la longitud total de las ramas).

Fuente: Adaptado de Johansson (1974).

El estudio de la composición vertical de las epífitas tiene que considerar temas de seguridad y tiempo de evaluación en los estudios ambientales. Por esto, se sugiere que la evaluación de los estratos IV y V se realice mediante evaluaciones oportunas de ramas y troncos caídos del dosel arbóreo.

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo recomendado es el establecido en el Protocolo de Muestreo Rápido y Representativo para la Diversidad Epífitas Vasculares y No Vasculares en Bosques Tropicales Lluviosos (Gradstein *et al.*, 2003). En la tabla 2.1.1-1 se indica el

número mínimo de forófitos que se evalúa por unidad de vegetación (tipos de bosque):

Tabla 2.1.4-1: Esfuerzo mínimo de muestreo sugerido para especies epífitas

Grupo de epífitas	Número de forófitos del dosel (≥ 10 cm DAP)
Vasculares (orquídeas, bromelias, aráceas, helechos, etcétera)	≥ 8 forófitos
No vasculares (líquenes)	≥ 8 forófitos
No vasculares (musgos, hepáticas y antocerotes)	

Fuente: Gradstein *et al.*, 2003

Estacionalidad

Todos los lugares donde crecen epífitas presentan temporalidad, y su efecto en este tipo de vegetación se evidenciará en las evaluaciones. Se recomienda iniciar los muestreos en los momentos de mayor y menor precipitación de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de las plantas no es inmediato y se espera a que se manifieste.

Datos de registro y colecta

Además de los descritos en la sección 2.0, se recogerán los siguientes parámetros:

- Taxón, altura y DAP del forófito.
- Estado fenológico.
- Estrato vertical de ubicación (sección: I, II, III, IV, V).
- Datos de Abundancia-dominancia estimada (semicuantitativa).
- Estatus de protección y distribución según el *Libro rojo de las plantas endémicas del Perú* (León *et al.*, 2006).
- Especies con uso potencial; información recogida de los pobladores locales e información de referencias bibliográficas.

Métodos de muestreo en campo

La evaluación de las especies epífitas comúnmente es semicuantitativa. Los métodos utilizados permiten establecer tanto la riqueza y la composición como la abundancia y dominancia de especies. En la tabla 2.1.4-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en el campo, que pueden ser aplicados tanto en la selva alta como en selva baja.

Tabla 2.1.4-2: Métodos recomendados para la evaluación de los epífitos según la forma de crecimiento de la vegetación

Tipo de epífita	Método	Tipo de muestreo	Estrato vertical que evalúa	Principales parámetros medidos en campo	Esfuerzo estimado por UV	Referencias
-----------------	--------	------------------	-----------------------------	---	--------------------------	-------------

Tipo de epífita	Método	Tipo de muestreo	Estrato vertical que evalúa	Principales parámetros medidos en campo	Esfuerzo estimado por UV	Referencias
Forófitos – epífitas vasculares	Presencia ausencia por estrato	Unidad	Secciones verticales	Riqueza, composición vertical, abundancia dominancia (semicuantitativa)	8 forófitos para epífitas vasculares	Gradstein <i>et al.</i> , 2003
Forófitos - epífitas no vasculares (líquenes)	Parcelas o cuadrantes pequeños (grillas) de 30 cm x 20 cm ubicados aleatoriamente en cada dirección cardinal (norte, oeste, sur, este), en las secciones I al III del forófito.	Unidad	Secciones verticales	Riqueza, composición vertical, abundancia dominancia (semicuantitativa)	8 forófitos para líquenes	Gradstein <i>et al.</i> , 2003
Forófitos - epífitas no vasculares (musgos, hepáticas y antocerotes)						

Control de calidad del muestreo/monitoreo

Los métodos recomendados para evaluar la representatividad de la muestra incluyen sobre todo los no paramétricos descritos en la sección 2.0.

Colecta de muestras y determinación taxonómica

Las muestras de epífitas son depositadas en herbarios de instituciones nacionales autorizadas por Serfor.

La determinación de especímenes considerará el sistema de clasificación del APG IV (Angiosperm Phylogenetic Groups) o su versión más actualizada para epífitas vasculares; y en el caso de las no vasculares, se toma como referencia el Australian Bryophytes (2008). La nomenclatura se contrasta con la versión más actual de bases mundiales referenciales, como se indica en la sección 2.1; y, además, con bases de datos específicas, como Géneros de Líquenes Tropicales (INBio, 2009).

▪ Evaluación y análisis de resultados

Para la evaluación de epífitas no vascular, se recomienda usar la escala de valores semicuantitativa de Braun-Blanquet (1964), cuyo propósito es combinar y estimar la abundancia-dominancia de las especies (tabla 2.1.4-3).

Tabla 2.1.4-3: Escala de valores semicuantitativa de Braun-Blanquet (1964) para epífitas no vasculares

Valor	Definición
r	Un solo individuo, cobertura despreciable
+	Pocos individuos con baja cobertura
1	< 5% de cobertura o individuos abundantes con baja cobertura

Valor	Definición
2	5-25% de cobertura
3	25-50% de cobertura
4	50-75% de cobertura
5	75-100% de cobertura

2.1.4.2 Pastizales

2.1.4.2.1 Alcance

En el caso de los proyectos cuya área de estudio incluya pastizales naturales –tales como pajonales altoandinos o bofedales, que sirvan de alimento para el ganado o para animales silvestres como los camélidos sudamericanos–, la evaluación de su calidad podría ser requerida como parte de la línea base de flora y vegetación, como complemento a lo indicado en la sección 2.1.

El objetivo principal de la evaluación de los pastizales –que involucra principalmente el análisis de las especies forrajeras como parte de un estudio agrostológico– es evaluar su calidad como fuente de alimento para los diferentes tipos de ganado y/u otros animales silvestres –como guanacos y vicuñas– que pudieran ser identificados en el área de estudio. Asimismo, se tiene en cuenta la capacidad de carga de los pastizales, es decir el “número promedio de animales domésticos y/o silvestres que pueden ser mantenidos en una unidad de superficie en forma productiva por un determinado período de pastoreo, sin dar lugar a que los pastos se deterioren” (Holechek *et al.*, 2011). Este último análisis es importante, pues es frecuente encontrar pastizales sobrepastoreados –que exceden su capacidad máxima de carga–, lo cual constituye una amenaza para este tipo de ecosistemas, pues puede resultar en la compactación y pérdida de cobertura vegetal por el excesivo pisoteo de los animales, además de reducir su biodiversidad (Alzérreca y Luna, 2001; Gil, 2011; Calvo, 2016).

Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- Pastizales: unidades de vegetación dominadas por especies herbáceas que tienen el potencial de ser usadas como fuente de alimento para el ganado.
- Especies forrajeras: especies de plantas que son consumidas como alimento por el ganado.
- Especies palatables o deseables: especies de plantas que son más aceptadas o preferidas por el ganado. El nivel de palatabilidad puede variar desde bajo hasta muy alto. No necesariamente está relacionado al aporte nutricional.
- Especie decreciente: especies con el mayor valor de forrajeo y que, al ser preferidas por el ganado, disminuye su proporción en la composición botánica.

2.1.4.2.2 Metodología

▪ Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre los pastizales del área de estudio. Además de lo mencionado en las secciones 2.0 y 2.1, también se consultará la información disponible en bibliografía especializada, como Flórez y Malpartida (1987), Flórez (2005).

▪ Trabajo de campo

Planificación del trabajo de campo

Se sigue lo indicado en la Sección 2.0. Para que el muestreo sea representativo, el estudio considerará la extensión y dispersión de los pastizales naturales, de acuerdo al mapa de unidades de vegetación.

Se recomienda que desde la fase de planificación se considere incluir a un poblador local como apoyo para los trabajos de campo, para obtener información sobre los usos y tipos de ganado y/o fauna nativa que se alimenta en de los pastizales evaluados.

Ubicación de estaciones de muestreo

Como contexto general, se recomienda seguir las directrices o pautas de la evaluación de la sección 2.1, y que las estaciones de muestreo coincidan con las establecidas en la línea base de flora y vegetación. No obstante, es importante que se represente la condición de los pastizales, por lo cual se muestrean tanto zonas con afectación como sin afectación humana.

Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) aplicada a la evaluación de los pastizales dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar, pero se centrará en las áreas cubiertas de vegetación capaces de producir forrajes, ya sea en forma de gramíneas, graminoides, arbustos ramoneables, herbáceas o mezclas de estas. En la tabla 2.1.4-4 se presentan ejemplos para el caso de los pastizales. El número de unidades muestrales por estación de muestreo dependerá de las características y dimensiones del área de estudio.

Tabla 2.1.4-4: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para diferentes variables de los pastizales

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	UM / Estación de muestreo
Riqueza, frecuencia o cobertura	Transectos lineales	1-3
Biomasa / Producción de forraje	Parcela o cuadrante de corte (0,04-1 m ²)	1-3

Para la selección de las unidades de muestreo se sugiere consultar bibliografía especializada, tal como Universidad Nacional Agraria La Molina (1972) y Puma (2014).

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente cada pastizal identificado. En líneas generales, se siguen las recomendaciones incluidas en la sección 2.0; asimismo, es preciso consultar trabajos de investigación, publicaciones o instrumentos ambientales aprobados en zonas similares.

Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que los pastizales sean evaluados al igual que el resto de unidades de vegetación; es decir iniciar el muestreo en los momentos de mayor y menor precipitación (o humedad) de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de las plantas no es inmediato y se espera a que se manifieste.

Datos de registro y colecta

Además de los descritos en la sección 2.0, se recogerá información sobre los siguientes parámetros:

- Estado fenológico
- Altura de los individuos
- Uso
- Tipo de ganado (en caso de cultivos agrostológicos con fines forrajeros)

Métodos de muestreo en campo

La evaluación de los pastizales tendrá que incluir métodos que permitan obtener información sobre la calidad de los pastos y su capacidad de carga, principalmente. En la tabla 2.1.4-5 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. El método seleccionado dependerá de la homogeneidad o heterogeneidad de los pastizales.

Tabla 2.1.4-5: Métodos recomendados para la evaluación de los pastizales

Método de acuerdo con unidad de muestreo	Tipo de medición	Forma de crecimiento	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Transecto lineal (con anillo censador)	Lineal	Herbáceo (arbustivo)	Costa y sierra	Riqueza, frecuencia y cobertura	Florez y Malpartida, 1987.
Parcela o cuadrante de corte (0,04-1 m ²)	Área	Herbáceo	Costa y sierra	Biomasa	Florez y Malpartida, 1987.

Colecta de muestras y determinación taxonómica

Como se indica en la sección 2.1, los especialistas botánicos, identificarán las especies de flora; ellos establecerán la determinación taxonómica de las especies registradas.

Las muestras colectadas de tejidos vegetales de los pastizales serán enviadas para su análisis a laboratorios especializados, tales como el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

- **Evaluación y análisis de resultados**

Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los ecosistemas presentes en el área de estudio.

2.1.4.3 Recursos forestales

2.1.4.3.1 Alcance

Los proyectos cuya área de estudio incluya sectores de bosques pondrán particular énfasis en los recursos forestales, de manera complementaria a la evaluación de flora y vegetación que se detalla en la sección 2.1.

La Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 29763) define al bosque como un ecosistema en el que predominan especies arbóreas en cualquier estado de desarrollo, cuya cobertura de copa supera el 10% en condiciones áridas o semiáridas, o el 25% en circunstancias más favorables. Esta evaluación incluye un inventario forestal de especies arbóreas en los bosques identificados dentro del área de estudio del proyecto, en concordancia con el Reglamento para la Gestión Forestal (Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI).

Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Productos Forestales Maderables (PFM):** Bienes que provienen directamente del aprovechamiento de la madera de árboles de especies forestales, incluyendo tanto la propia madera como los productos y derivados que se obtengan de su transformación.
- **Productos Forestales No Maderables (PFNM):** Bienes de origen biológico, distintos de la madera, derivados del bosque, de otras áreas forestales y de los árboles fuera de los bosques. Los PFNM pueden recolectarse en forma silvestre o producirse en plantaciones forestales o sistemas agroforestales. Ejemplos de PFNM son productos utilizados como alimentos y aditivos alimentarios (semillas comestibles, hongos, frutos, fibras, especies y condimentos, aromatizantes, fauna silvestre), utilizadas para construcciones, muebles, instrumentos o utensilios, resinas, gomas, productos vegetales y animales utilizados con fines medicinales, cosméticos o culturales (Schippmann, 2002).

Se tiene en cuenta las categorías de especies maderables y el valor de la madera en estado natural, de acuerdo a la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 241-2016-SERFOR-DE o versión más actualizada.

La unidad de análisis corresponderá a las unidades de vegetación asociadas a bosques, o que estén dominadas por especies arbóreas.

2.1.4.3.2 Metodología

- **Revisión de información secundaria**

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre los recursos forestales del área de estudio. Además de lo mencionado en las secciones 2.0 y 2.1, se consulta la información disponible en bibliografía especializada como Lamprecht (1990) y Malleux (1982).

- **Trabajo de campo**

Planificación del trabajo de campo

Se seguirán las indicaciones en la sección 2.0. Para que el muestreo sea representativo, el estudio tomará en cuenta la extensión y dispersión de los bosques, de acuerdo con el mapa de unidades de vegetación.

Se recomienda que desde la fase de planificación se considere incluir el apoyo de un poblador local en los trabajos de campo, a fin de obtener información sobre los recursos forestales aprovechados y valorados en la zona.

Ubicación de estaciones de muestreo

Como recomendaciones generales, se sugiere seguir las directrices o pautas de evaluación presentada en la sección 2.1, y que las estaciones de muestreo coincidan con las establecidas en la línea base de flora y vegetación. En caso el proyecto requiera desbosque para implementar componentes, esas áreas son caracterizadas a detalle, incluyendo los recursos forestales, la flora y la vegetación.

Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) aplicada a la evaluación de los recursos forestales es la parcela forestal; no obstante, las variables objeto variarán dependiendo si se trata de PFM o PFNM (tabla 2.1.4-6). El número de unidades muestrales por estación dependerá de las características y dimensiones del área de estudio.

Tabla 2.1.4-6: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para los recursos forestales

Tipo de producto	Variable objeto	UM sugerida	UM / Estación de muestreo
Producto forestal maderable (PFM)	DAP, altura total, altura comercial, área basal y volumen de madera	Parcela forestal	1-2
Producto forestal no maderable (PFNM)	Fenología, especies no maderables de importancia, fenotipo		

Para la selección de las unidades de muestreo, se sugiere consultar bibliografía especializada, tal como Carrera (1996) y Malleux (1982).

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente cada zona de bosque identificada. En líneas generales, se siguen las recomendaciones incluidas en la sección 2.0; además, se consultan trabajos de investigación, publicaciones o instrumentos ambientales aprobados en zonas similares.

Se recomienda muestrear como mínimo entre una y dos parcelas por tipo de bosque identificado.

Estacionalidad

Todos los lugares donde hay bosques presentan temporalidad; sin embargo, dado que el objetivo de la evaluación forestal está relacionado al impacto en los recursos, sólo se recomienda realizar una evaluación en la temporada seca o menos húmeda, que representa el momento más crítico.

Datos de registro y colecta

Los datos que se tomen en campo variarán si se trata de PFM o PFNM.

Datos para PFM:

- Diámetro a la Altura de Pecho (DAP) de los individuos.
- Altura total.
- Altura comercial.
- Diámetro de copa.
- Área basal.
- Volumen maderable (sólo se consideran individuos con DAP > 10 cm).
- Uso potencial y categorización según Resolución de Dirección Ejecutiva N° 241-2016-SERFOR-DE o versión más actualizada.

Datos para PFNM:

- Estado fenológico: porcentaje de fructificación, floración, estado vegetativo (cuando las plantas son maduras pero no presentan estructuras reproductivas).
- Especies impactadas: clasificación de especies no maderables de importancia ecológica y socioeconómica.
- Evaluación fenotípica: inventario de las características externas de las especies no maderables.

Adicionalmente, se cuantificará la regeneración natural en el área de estudio, dato que facilitará el conocimiento sobre las especies líderes que participan en el desarrollo y la dinámica del bosque frente a una eventual pérdida de la cobertura vegetal. Para ello, reportará el crecimiento de las especies forestales como brinzales, latizales y fustales.

Métodos de muestreo en campo

La evaluación de los recursos forestales se ejecutará por parcelas de muestreo. El tamaño de estas dependerá del tipo de bosque y del tamaño de los árboles. En la tabla 2.1.4-7 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo.

Para la selección del método de muestreo, se considera las pendientes altitudinales de los diferentes tipos de bosques.

Tabla 2.1.4-7: Métodos recomendados para la evaluación de los recursos forestales

Método de acuerdo con unidad de muestreo	Tipo de medición	Forma de crecimiento	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Parcela de Whittaker (0,1 ha)	Área			Riqueza, frecuencia, abundancia, DAP (arbustivas y arbóreas), altura (especies arbustivas y arbóreas), altura comercial y diámetro a nivel del suelo de las plántulas	Bonham, 2013; Stohlgren et al., 1995; Campbell et al., 2002
Parcela forestal (0,5 ha)*	Área	Herbáceo, arbustivo y arbóreo	Costa (valles costeros), sierra y selva		Malleux, 1982; Carrera, 1996

* Es recomendable aplicar el transecto Gentry modificado para la evaluación de la 0,5 ha (Zuñe Da Silva, 2016).

Respecto a los métodos de muestreo se detalla lo siguiente:

Parcela Whittaker (0,1 ha):

- Parcelas de 0,1 ha para árboles con DAP mayores a 10 cm.
- Parcelas de 1 m x 10 m para brinzales, contabilizando todas las plántulas con diámetro de fuste a nivel del suelo menor e igual a 2,5 cm hasta 30 cm de altura total.
- Parcelas de 10 m x 10 m para latizales, contabilizando todos los arbolitos con diámetro de fuste superior a 2,5 cm y menor de 10 cm.
- Parcelas de un rectángulo de 10 m x 50 m para fustales, contabilizando todos los árboles con DAP mayor e igual a 10 cm y menor de 30 cm.

Parcela forestal (área 0,5 ha):

- Parcelas de muestreo de 20 m de ancho y 250 m de largo (0,5 ha), que se subdivide en cinco subparcelas de 20 m x 50 m (0,2 ha):
 - En las subparcelas 2 y 4 se medirán fustales (DAP \geq 10 y $<$ 30 cm), latizales (DAP entre 2,50 y 10 cm) y brinzales ($<$ 2,50 cm).
 - En las subparcelas 1, 3 y 5 se evaluarán las especies forestales, con diámetros superiores a 10 cm.
- El número de muestras deberá estar en función del área de influencia.
- Colecta de muestras y determinación taxonómica.

Las especies maderables serán identificadas por los especialistas botánicos y/o forestales, quienes establecerán su determinación taxonómica siguiendo las indicaciones de la sección 2.1. En caso de que sea necesario realizar colecta de muestras, éstas serán depositadas en instituciones nacionales reconocidas.

▪ **Evaluación y análisis de resultados**

En la tabla 2.1.4-8 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los recursos forestales, complementarios a los indicados en la sección 2.0 que sean aplicables. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los ecosistemas presentes en el área de estudio.

Cabe precisar que, en el caso de los recursos forestales, es importante el registro detallado y evaluación de especies amenazadas, pues varias tienen un alto valor comercial, lo que ha generado que el tamaño de sus poblaciones se reduzca significativamente y muchas estén incluidas en los apéndices CITES. En la tabla 2.1.4-9 se presenta un ejemplo de niveles de categorización de impactos definidos sobre la base de la gravedad de afectar especies forestales amenazadas (nivel 1: impacto leve; nivel 2: impacto medio; nivel 3: impacto alto).

Tabla 2.1.4-8: Variables de análisis para la línea base de recursos forestales

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Abundancia relativa	Abundancia relativa (%)	Proporción porcentual de cada especie en el número total de árboles.	Lamprecht, 1990; Acosta <i>et al.</i> , 2006.	El: Variación de la abundancia relativa de las especies forestales más importantes. PMO: Comparación de

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
				valores de abundancia durante el monitoreo.
Densidad	Densidad relativa (%)	Ocupación del espacio disponible para crecer. Pueden existir densidades normales, sobredensas (excesivas) y subdensas (defectivas).	Acosta <i>et al.</i> , 2006; Husch <i>et al.</i> , 1993	PMO: Comparación de valores de densidad durante el monitoreo.
Altura comercial, DAP y diámetro de copa	Volumen comercial a partir de 10 cm de DAP	Volumen de madera disponible.	Malleux, 1982; Lamprecht, 1990.	EI: Evaluación del volumen de madera por ser afectada en actividades de desbosque.
Valor de importancia ecológica de especies representativas	Índice de valor de Importancia (IVI) (frecuencia relativa + densidad relativa + dominancia relativa) de las especies representativas o con mayor IVI de los estratos verticales	Importancia ecológica de las especies representativas sobre la base de la estructura horizontal y vertical de la vegetación.	Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Matteucci y Colma, 1982; Acosta <i>et al.</i> 2006;	EI: Pérdida o cambio de las especies con mayor valor ecológico en todos los estratos verticales de la vegetación (por ejemplo, pérdida de árboles, arbustos y hierbas representativos de un bosque).
Cobertura	Cobertura forestal	Proporción del área ocupada por la vegetación arbórea, es decir, porción de superficie de copa de las especies arbóreas determinadas con imágenes, ortofotos, etcétera.	MINAM, 2014.	EI: Afectación de la cobertura forestal por el emplazamiento de los componentes del proyecto. PMO: Comparación de valores de cobertura durante el monitoreo
Estado fenológico	Proporción de estados fenológicos	Representa las fluctuaciones de los estados fenológicos respecto a la estacionalidad. Indica como responden las plantas frente a la estacionalidad. Los estados fenológicos utilizados generalmente son: (a) fructificación, cuando la planta echa frutos y semillas; (b) floración, cuando la especie presenta flores; (c) estado vegetativo, cuando las plantas son maduras, pero no presentan estructuras reproductivas; y (b) plántula, cuando las especies presentan estadios tempranos luego de la germinación.	Cuevas-Reyes y Vega-Gutierrez, 2012	PMO: Comparación de proporción de estados fenológicos de las especies durante el monitoreo.

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Especies con uso actual y potencial	Inventario de especies con uso actual y potencial	Información sobre los usos de las plantas por parte de los pobladores locales e información secundaria (libros, estudios, otros). Generalmente, son clasificadas en las siguientes categorías: plantas medicinales, tintoreas, ornamentales; o utilizadas en construcción, alimentación, artesanía, como lena, en aserraderos, etcétera.	Entrevistas a pobladores locales	EI: Evaluación de impactos en especies con usos locales y potenciales, que puedan tener impactos indirectos en los pobladores locales.
Regeneración natural	Abundancia de especies indicadoras	Indica la dinámica del bosque en términos de regeneración natural.	Malleux, 1982; Lamprecht, 1990	PMO: Comparación de abundancia de especies indicadores durante el monitoreo

Tabla 2.1.4-9: Niveles de impacto según categorías de amenaza de especies forestales amenazadas

Especies forestales amenazadas (Decreto Supremo N° 043-2006-AG)	Nivel de impacto			
	3	2	1	
	Categorías según la legislación nacional			
	Peligro crítico (CR)	En peligro (EN)	Vulnerable (VU)	Casi amenazada (NT)
<i>Bursera graveolens</i>	X			
<i>Capparis scabrida</i>	X			
<i>Cedrela montana</i>			X	
<i>Loxopterygium huasango</i>	X			
<i>Podocarpus oleifolius</i>	X			
<i>Buddleja bullata</i>	X			
<i>Buddleja incana</i>	X			
<i>Polylepis incana</i>	X			
<i>Polylepis racemosa</i>	X			

Elaboración propia

2.1.4.3.3 Representación espacial

La línea base de recursos forestales tiene un mapa de estaciones de muestreo sólo si éstas difieren de las evaluadas como parte de la línea base de flora y vegetación (sección 2.1). Además, se incluye lo siguiente:

- Mapa de distribución de especies forestales amenazadas.

- Mapa de potencial maderable según ONERN (1987).

2.1.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Para mapas de vegetación:

- Comunidad Andina (2009). *Mapa de los ecosistemas de los Andes del norte y centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (2009)*. Revisado el 1 de setiembre de 2024. URL: <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-ecosistemas-andes-norte-centro>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015a). *Mapa Nacional de la Cobertura Vegetal. Memoria descriptiva*. Revisado el 1 de setiembre de 2017. URL: <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>
- Natureserve (2017). *Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación y mapeo*. Revisado el 4 de octubre de 2024. URL: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=2daaa3c542644ba9b72766e4cd4e9680>
- UNESCO (1973). *Clasificación internacional y cartografía de la vegetación*. Revisado el 16 de octubre de 2024. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000005032?posInSet=1&queryId=N-EXPLORE-be2280fa-0690-4c02-808b-8ef7ef2329aa>

Para flora y vegetación:

- Barbour, M. G., Burk, J. H. y Pitts, W. D. (1987). *Terrestrial Plant Ecology*. California: Benjamin/Cummings.
- Bonham, C. D. (2013). *Measurements for terrestrial vegetation*. John Wiley & Sons. New York.
- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde*, 3ª ed. Springer, Viena Nueva York.
- Campbell, P., Comiskey, J., Alonso, A., Dallmeier, D., Nuñez, P., Beltran, H., Baldeon, S., Nauray, W., De La Colina, R., Acurio, L., y Udvardy, S. (2002). Modified Whittaker plots as an assessment and monitoring tool for vegetation in lowland tropical rainforest. *Environmental Monitoring and Assessment* 76, 19-41.
- Cantillo, E. E., Rodríguez, K. J. y Avella E. A. (2004). Diversidad y caracterización florística estructural de la vegetación arbórea en la Reserva Forestal Cárpatos (Guasca Cundinamarca). *Revista Forestal* 8, 4-21.
- De Vries, P. G., (1986). Line intersect sampling. En De Vries, P. G. *Sampling theory for forest inventory* (pp. 242-279). Berlín: Springer Berlin Heidelberg.
- Schippmann, U., Leaman, D. J., & Cunningham, A. B. (2002). Impact of Cultivation and Gathering of Medicinal Plants on Biodiversity: Global Trends and Issues. En *Biodiversity and the Ecosystem Approach in Agriculture, Forestry and Fisheries*. FAO.
- Elzinga, C. L., Salzer, D. W. y Willoughby, J. W. (1998). Measuring and monitoring plant populations. Colorado.
- Elzinga, C. L., (1997). *Vegetation monitoring: an annotated bibliography* (Vol. 352). DIANE Publishing. Ogdén.
- Johansson, D. (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. Uppsala: Svenska Vaxtgeografiska Sällskapet.
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15, 1-84.

- Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75, 1-34.
- Gilabert, M. A., González-Piqueras, J., García-Haro J. (1997), *Acerca de los Índices de vegetación*, Revista de teledetección, Departamento de Termodinámica, Facultad de Física, Universidad de Valencia. Valencia.
- Gradstein, S.R.; Wolf, J.H.D.; Nadkarni, N.M. (2003), *A Protocol for Rapid and Representative Sampling of Vascular and Non-Vascular Epiphyte Diversity of Tropical Rain Forests*. University of Amsterdam. Selbyana. Holanda, Amsterdam. Vol. 24. N° 1, pp 105-111.
- Goldsmith, F. B., Harrison, C. M. y Morton, A. J. (1986). *Methods in plant ecology*. Moore, PD & Chapman. New York: Wiley
- Jensen, M. E., Hann, W., Keane, R. E., Caratti, J. y Bourgeron, P. S. (1993). ECODATA-A multiresource database and analysis system for ecosystem description and evaluation. *Eastside Forest Ecosystem Health Assessment 2*, 249-265.
- Kew Royal Botanic Gardens (2017). Plants of the World Online. Revisada el 15 de noviembre de 2024. URL: <https://powo.science.kew.org/>
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology* (2.a edición). Menlo Park: Benjamin Cummings.
- Khol, M. Magnussen, S. Marchetti, M. (2006). *Sampling Methods, Remote Sensing and GIS Multiresource Forest Inventory*. Springer. Berlin Heidelberg.
- León, B., Pitman, N., y Roque, J. (2006). *Libro rojo de las plantas endémicas del Perú*. Sistema de Bibliotecas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Revista Peruana de Biología. Vol.13, N° 2, Perú, Lima.
- Matteucci D. Colma (1982), *Metodología para el estudio de vegetación*, Universidad Nacional Experimental Francisco Miranda. Eva V. Chesneau. Washington D.C.
- Monteagudo, A., Boza, T., Urquiaga, E., Alvarez-Loayza, P. (2016). Vascular Plants (non-epiphytes). En Larsen, T.H. (ed.). 2016. Core Standardized Methods for Rapid Biological Field Assessment. Conservation International, Arlington, VA.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Blackburn Press New York.
- Phillips, O., Lawrence, A., Reategui I., Lopez, M., Wood, D., Rose, Sam y Farfan, A. (2001). *Una metodología de evaluación de la biodiversidad y de los recursos del bosque*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Puma, E. M. (2014). *Comparativo de dos métodos de determinación de la condición de un pastizal tipo pajonal de pampa en el cicas La Raya-FAZ-UNSAAC*. Repositorio de la Universidad Nacional San Antonio de Abad a Cusco.
- Stohlgren, T. J., M. B. Falkner e I. D. Schell (1995). A modified Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio* 117,113-121.
- Stohlgren, T. J. (2007). *Measuring plant diversity: lessons from the field*. Oxford University Press
- World Flora Online (2024). Versión 2024.06. WFO World Flora Online. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: <https://www.worldfloraonline.org/>
- Missouri Botanical Garden. Versión 3.4.2. Tropics.org. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: <https://www.tropicos.org>
- Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) (1972). *Guía Metodológica para Estudios Agrostológicos*. Lima: UNALM.

Para recursos forestales:

- Acosta, V., Araujo, P. e Iturre, M. (2006). *Caracteres estructurales de las masas. Serie didáctica*. Santiago del Estero: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de

Santiago del Estero. Revisado el 25 de noviembre de 2017. URL: <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-22-Caracteres-estructurales-ACOSTA.pdf>

- Carrera, F. (1996). *Guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de usos múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Cuevas-Reyes, P., & Vega-Gutiérrez, J. (2012). *Cambios en la estructura, composición y fenología de plantas epífitas bajo diferentes estadios de sucesión vegetal en un bosque tropical seco*. *Biológicas*, 14(1), 37-44.
- Flores A, Malpartida E. (1987). *Manejo de praderas nativas y pasturas en la región alto andina del Perú, Volumen 1 y 2*. Banco Agrario. Perú: Lima.
- Husch, B., Miller, C. y Beers, T. (1993). *Forest Mensuration* (3.a edición). Malabar, Florida: Krieger Publishing Company.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Alemania: Eschborn. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
- Malleux, J. (1982). *Inventarios forestales en bosques tropicales*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- MINAM (2014). *Cuantificación de la cobertura de bosque y cambio de bosque a no bosque de la amazonía peruana*. Lima: MINAM.
- Zuñe Da Silva, L. F., Abanto V., N., Arévalo F., M. del F., Calderón-Urquiza C., D., Perea B., F., Salazar A., C., Noningo M., N., Peña R., K., Quispe Ñ., A., Ttito H., S., & Yllaconza H., R. (2016). Estudio comparativo de diversidad y biomasa del estrato arbóreo entre metodologías de transecto Gentry modificado y transecto Whittaker en el Bosque de Protección San Matías San Carlos. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. URL: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/9237>.

2.1.6 DOCUMENTOS DE CONSULTA

- Greig-Smith, P., (1983). *Quantitative plant ecology* (Vol. 9). California: University of California Press.
- Hendry, G. A. y Grime, J. P., eds., (1993). *Methods in comparative plant ecology: a laboratory manual*. Chapman & Hall. London.
- MINAM. (2015b). *Guía de inventario de la flora y vegetación. Dirección General De Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural*. Lima. R. M. N° 059-2015-MINAM.

2.2 AVES

2.2.1 ALCANCE

Como parte de la línea base de fauna terrestre, se caracteriza el factor “aves”; es decir, las especies de aves terrestres y acuáticas, y las comunidades que estas forman en los distintos hábitats presentes en el área de estudio. Se tendrá en cuenta los siguientes conceptos:

- **Aves terrestres:** especies de aves que habitan principalmente en ambientes terrestres (por ejemplo, bosques o pajonales) y suelen tener picos de actividad a determinadas horas del día (por ejemplo, al amanecer).
- **Aves acuáticas:** especies de aves que habitan principalmente ambientes acuáticos (por ejemplo, ríos, lagunas, humedales, litoral y ambientes marinos) y no presentan picos marcados de actividad a lo largo del día (determinar las aves acuáticas en base a Wetlands International 2012).
- **Hábitats:** unidades de vegetación y cuerpos de agua que son utilizados por las aves. Es importante precisar que, dada la gran capacidad de desplazamiento de las aves, la mayoría de especies suele utilizar más de un tipo de hábitat y, además, suelen concentrarse en aquellos que ofrecen más recursos, lo cual usualmente está asociado a una combinación de varios microhábitats.⁷ Por lo tanto, para fines de la línea base, es importante precisar los microhábitats utilizados por las distintas especies, pero indicar cuál es el hábitat principal al cual corresponde (unidad de vegetación o cuerpo de agua). Este último será la principal variable de análisis, independiente de los microhábitats que lo conformen.

2.2.2 METODOLOGÍA

2.2.2.1 Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre la avifauna del área de estudio, así como también las especies de aves polinizadoras que se encuentran en la zona o que polinizan las especies de plantas presentes en ella, como los colibríes o picaflores. Además de lo mencionado en la sección 2.0, también se consultará la información disponible sobre las aves peruanas en bases de datos como Cornell Lab of Ornithology, y eBird-Explore a Region (información por especie y por localidad).

2.2.2.2 Trabajo de campo

2.2.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Se seguirá lo indicado en la sección 2.0.

2.2.2.2.2 Ubicación de estaciones de muestreo

Para la ubicación final de las estaciones de muestreo, además de lo indicado en la sección 2.0, se tendrán en cuenta los lugares más apropiados para la caracterización de las comunidades

⁷ Microhábitat: hábitat especializado que contiene una flora y una fauna distintiva dentro de un hábitat.

de aves. Esto puede diferir de otros grupos biológicos; por ejemplo, las zonas con abundancia de flores podrían congrega un ensamblaje más rico de aves que de otros grupos de fauna.

2.2.2.2.3 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar. En la tabla 2.2-1 se presentan ejemplos para el caso de las aves. El número de unidades muestrales por estación dependerá de las características y dimensiones del área de estudio, así como de la metodología seleccionada.

Por ejemplo, en el caso de proyectos lineales en selva, se podrían necesitar hasta 10 UM por estación de muestreo para realizar una buena evaluación; por el contrario, en proyectos puntuales en la sierra, es común que una estación de muestreo corresponda a una UM. Esto será definido por el biólogo responsable de la línea base de aves, y en el informe se explicará y justificará en el número finalmente elegido.

Tabla 2.2-1: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para diferentes variables de aves

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	UM / Estación de muestreo
Riqueza o abundancia de aves terrestres	Puntos de conteo	10-20
	Búsqueda de 10 minutos	10-20
Riqueza o abundancia de aves acuáticas	Conteo por 10 minutos	1-5

Para la selección de las unidades de muestreo, se sugiere consultar bibliografía especializada, tal como Bibby *et al.* (1992), Ralph *et al.* (1996), Stotz *et al.* (1996), Franke (2010) y Franke *et al.* (2014a, 2014b).

2.2.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente las aves en cada hábitat. Se seguirá las recomendaciones incluidas en la sección 2.0.

En cuanto a los valores del esfuerzo de muestreo para el caso de las aves, éstos varían dependiendo del método de evaluación. Por ejemplo, pueden expresarse como el número de puntos evaluados en cada hábitat mediante conteo de puntos o como el tiempo de muestreo empleados para evaluar mediante conteos totales, búsqueda intensiva o escaneos visuales y auditivos; el resultado final se expresa como horas/hombre.

2.2.2.2.5 Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que las aves sean evaluadas en conjunto con la vegetación. Es decir, se recomienda iniciar los muestreos en los momentos de mayor y menor precipitación (o

humedad) de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de la vegetación no es inmediato y se espera a que se manifieste, pues la oferta alimenticia se incrementa/reduce propiciamente.

2.2.2.2.6 Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta se sumarán a los indicados en la sección 2.0:

Datos generales para las aves:

- Hora de evaluación.
- Número de individuos registrados.
- Tipo de registro (directo –avistamiento, auditivo– o indirecto –huellas, refugios, nidos, heces, escarbaduras y/o plumas–).
- Medidas morfométricas (para individuos capturados).
- Sexo y edad (cuando sea aplicable).
- Estado de reproducción (para individuos capturados).
- Estatus de protección según normativa nacional y listas internacionales vigentes (IUCN, CITES).
- Especies migratorias y si están incluidas en los apéndices de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS).
- Distribución restringida: Especies endémicas de Perú o de áreas de endemismo de aves (EBA) (Stattersfield *et al.*, 1998).
- Especies asociadas a áreas importantes para la conservación de las aves (IBA) (Franke *et al.*, 2005).
- Especies polinizadoras.

2.2.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación incluye métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos abarcan comúnmente los registros directos complementarios por observación y/o auditivos, así como los registros indirectos, incluyendo huellas, refugios, nidos, heces, escarbaduras, plumas y/o cadáveres. También se pueden realizar entrevistas para recoger información sobre usos o nombres locales.

Además, en la medida de lo posible, se utilizan grabaciones de colecciones de cantos disponibles –por ejemplo, Xeno-canto o Foundation– para confirmar las identificaciones al obtenerse respuesta a ellas.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.2-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. Los datos recogidos a partir de la aplicación de estos métodos deberán permitir realizar análisis cuantitativos, como abundancia, diversidad, entre otros.

El método seleccionado responderá al tipo hábitat de las aves, así como a la región geográfica en la que se encuentre.

Tabla 2.2-2: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de las aves

Método	Tipo de hábitat	Condición o contexto	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Búsqueda intensiva	Terrestre	Áreas abiertas difíciles de transitar o	Costa, sierra y selva	Riqueza y abundancia	Ralph <i>et al.</i> , 1996; Franke <i>et al.</i> , 2014a.
Censo por conteo por punto	Terrestre	áreas cerradas (vegetación densa)	Costa, sierra y selva	Riqueza y abundancia	Bibby <i>et al.</i> , 1992
Transecto variable	Terrestre	Áreas abiertas fáciles de transitar	Costa, sierra, litoral y ambientes marinos	Riqueza y abundancia	Sutherland, 2006
Captura mediante redes de neblina	Terrestre	En cualquier área idónea, para complementar registros	Costa, sierra y selva (solo en vegetación compleja, no en ambientes abiertos)	Datos morfométricos y reproductivos	Silkey <i>et al.</i> , 1999
Listas de especies	Terrestre	Áreas abiertas o cerradas (vegetación densa)	Costa, sierra y selva	Riqueza y frecuencia	Sutherland, 2006
Conteos totales	Acuático	Lagos, lagunas, litoral costero	Costa, sierra, selva, litoral y ambientes marinos	Riqueza y abundancia	Bibby <i>et al.</i> , 1992

2.2.2.2.8 Control de calidad del muestreo/monitoreo

Elegir uno de los métodos descritos en la sección 2.0 y aplicarlo para los registros de aves. Como mínimo, tendrá que realizarse una curva de acumulación general y, en la medida en que sea posible, una para cada unidad de vegetación.

De acuerdo a la *Guía de inventario de fauna silvestre* (MINAM, 2015), se tendrá que alcanzar como mínimo un 50% de la riqueza de aves en el área de estudio.

2.2.2.2.9 Colecta de muestras y determinación taxonómica

En caso del uso de redes niebla, las muestras de aves colectadas serán depositadas en colecciones científicas de instituciones nacionales reconocidas.

La determinación taxonómica y nombres comunes de las especies de aves considera el sistema de clasificación de la *Lista de las aves del Perú* de Plenge vigente, la cual recoge anualmente la información del South American Classification Committee (Classification of the Bird Species of South America).

2.2.2.3 Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.2-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los datos de aves que es posible determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en el campo por unidades de vegetación y considerando estacionalidad y datos complementarios a los indicados en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los hábitats presentes en el área de estudio.

Tabla 2.2-3: Variables de análisis específicas para la línea base de aves

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Composición	Estructura o composición de la comunidad de aves, proporción de especies en las familias de aves presentes en las unidades de vegetación.	Describe la conformación de la comunidad de aves respecto a la proporción de especies por familias presentes por hábitat y variaciones de especies dentro de las familias.	Moreno, 2001; Maguaran, 1988, 2004; Krebs, 1999	<p>EI: Cambios en la composición de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto.</p> <p>PMO: Comparación de la composición durante el monitoreo.</p>
Abundancia	Abundancia relativa (%).	Cantidad o número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total de especies en una unidad.	Moreno, 2001; Maguaran, 1988, 2004; Krebs, 1999;	<p>EI: Variación de la abundancia relativa de las especies representativas en las unidades de vegetación del área de estudio.</p> <p>PMO: Comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.</p>
Especies migratorias	Especies que realizan grandes desplazamientos entre diferentes hábitats en busca de condiciones adecuadas para la alimentación y reproducción, en ciclos regulares. Puede ser altitudinal, entre ecosistemas, países o continentes.	Registro de especies migratorias presentes en el Perú de acuerdo con Schulenberg <i>et al.</i> , (2010) o literatura actualizada y la CMS.	Schulenberg <i>et al.</i> , (2010), CMS	<p>EI: Evaluar impactos en especies migratorias.</p> <p>PMO: Comparación de presencia de especies migratorias durante el monitoreo.</p>

2.2.3 REPRESENTACIÓN ESPACIAL

La línea base de aves tendrá que incluir lo indicado en la sección 2.0.

BOX 1. RECOMENDACIÓN PARA AVES

Tabla 2.2-4: Esfuerzo sugerido de muestreo y método de colecta para aves

Región natural	Puntos de conteo (Pc)			Transectos lineales (TI)				Conteo total (Ct)			Redes de niebla (R)				
	Cantidad por estación	Distancia entre los PC		Duración	Cantidad por unidad de vegetación	Longitud del transecto	Distancia entre transectos		Lugar de evaluación	Duración	Considerar	Uso recomendable	Número de redes a emplear	Distancia entre las redes	Tiempo de revisión de las redes
Costa	20 Pc	200 m (áreas abiertas)	150 m (áreas de bosque)	5 a 10 min.	4 TI	2 - 1 km	150-200 m (lugares densos),	250-500 m (lugares abiertos)	Cuerpos de agua, centros de congregación*	Mínimo tiempo posible	Anotar hora de inicio-fin y el estimado del tamaño del área evaluada.	Solo en áreas con cobertura vegetal densa, que comprendan estratos superiores al herbazal	8-10 redes	75-100 m	30-40 min
Sierra															
Selva (baja y alta)	20 Pc	200 m (áreas abiertas)	150 m (áreas de bosque)	10 a 5 min.	4 TI	2 - 1 km	150-200 m		Cuerpos de agua, centros de congregación*	Mínimo tiempo posible	Anotar hora de inicio-fin y el estimado del tamaño del área evaluada.	Siempre	8-12 redes	30-50 m	20-30 min

*Colonias de reproducción, lugares de descanso como acantilados, apostaderos, etc.

2.2.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, F. (2009). Perú. En Devenish, C.; D. F., Díaz Fernández; Clay, R. P.; Davidson, I. & Yépez Zabala, I., eds. *Important Bird Areas of the Americas. Priority sites for biodiversity conservation* (pp. 307-316). Quito, Ecuador: BirdLife International.
- Bibby, C.; Burgess, N.; y Hill, D. (1992). *Bird Census Techniques* (2.a edición). Londres: London Academic Press.
- CMS (2015). *Convention on Migratory Species of Wild Animals*. Apéndices I y II. Revisado el 15 de octubre de 2017. URL: <http://www.cms.int/en/page/appendix-i-ii-cms>
- Cornell Lab of Ornithology (s. f.). *eBird, Explore a Region*. Revisado el 14 de octubre de 2017. URL: <https://ebird.org/ebird/places>
- Franke, I.; Mattos, J.; Salinas, L.; Mendoza, C. y Zambrano, S. (2005). *Áreas importantes para la conservación de las aves en Perú* (pp. 471-619). En *Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes tropicales*. Quito: BirdLife International y Conservation International.
- Franke, I. (2010). Problemáticas al censar aves 3. Evaluando la avifauna de áreas extensas de la zona altoandina. Uno o varios métodos de censo [post en blog]. *Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente*. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: <https://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2010/07/problematicas-al-censar-aves-3.html>
- Franke, I.; Nolzco, S. y León, F. (2014a). Evaluación de la avifauna en la zona altoandina I. Aspectos generales y métodos de evaluación [post en blog]. *Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente*. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: https://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2014/02/evaluacion-de-la-avifauna-en-la-zona_22.html
- Franke, I.; Nolzco, S. y León, F. (2014b). Evaluación de la avifauna en la zona altoandina II. Resultados de las evaluaciones de avifauna [post en blog]. *Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente*. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: https://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2014/02/evaluacion-de-la-avifauna-en-la-zona_23.html
- Ralph, C. J.; Geupel, G. R.; Pyle, P.; Martin, T. E.; De Sante, D. F. y Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. California: Forest Services, U. S. Department of Agriculture.
- Schulenberg, T.; Stotz, D. F.; Lane, D. F.; O'Neill, J. P. y Parker, T. A. III. (2010). *Libro de aves de Perú*. Lima, Perú: CORBIDI.
- Silkey, M.; Nur, N. y Geupel, G. R. (1999). The use of mist-net capture rates to monitor annual variation in abundance: a validation study. *The Condor* 101, 288-298.
- Sutherland, W. J. (2006). *Ecological census techniques. A handbook*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wetlands International (2012). *Waterbird Population Estimates, Fifth Edition. Summary Report*. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands. Revisado el 15 de noviembre de 2024: <https://www.wetlands.org/wp-content/uploads/2015/11/Waterbird-Populations-Estimates-Fifth-Edition.pdf>

2.2.5 DOCUMENTOS DE CONSULTA

- MINAM (2015). *Guía de inventario de fauna silvestre*. Lima, Perú: Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. R. M. 057-2015-MINAM.

- Fjeldsa, J y Krabbe, N. (1990). *Birds of the High Andes*. Copenhagen: Zoological Museum, University of Copenhagen.
- Franke, I. (2017). Patrones de actividad diaria de las aves en la zona altoandina [post en blog]. *Blog Aves, Ecología y Medio Ambiente*. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: <https://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2017/08/patrones-de-actividad-diaria-de-las.html>
- Koepcke, H. y Koepcke, M. (1963). *Las aves silvestres de importancia económica del Perú*. Lima: Ministerio de Agricultura.
- Koskimies, P. (1989). Birds as a tool in environmental monitoring. *Annales Zoologici Fennici* 26, 153-166.
- Plenge, M. A. (10 de diciembre de 2024). List of the birds of Peru / Lista de las aves del Perú. Unión de Ornitólogos del Perú: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>.
- Roché, J.; Godinho, C.; Rebaca, J.; Frochot, B.; Faivre, B.; Mendes, A. y Dias, P. (2010). Birds as bioindicator and as tools to evaluate restoration measures. *Proceedings 7th European Conference on Ecological Restoration*. Francia, Avignon.
- Stotz, D. F.; Parker, T. A. III; Fitzpatrick, J. W. y Moskovitz, D. F. (1996). *Neotropical birds: Ecology and conservation*. Chicago/Londres: The University of Chicago Press.

2.3 MAMÍFEROS

2.3.1 ALCANCE

Como parte de la línea base de fauna terrestre, se caracteriza el factor “mamíferos”, es decir, las especies de mamíferos menores (voladores y no voladores) y mamíferos mayores que habitan en los distintos ecosistemas presentes en el área de estudio. Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Mamíferos:** animales vertebrados con pelo y glándulas mamarias, sean estos terrestres, acuáticos o voladores.
- **Mamíferos menores:** aquellos taxones de mamíferos que poseen un peso promedio menor a 1 kg (Barnett y Dutton, 1995; Pacheco *et al.*, 2009). Se subdivide en dos:
 - **Mamíferos menores no voladores:** incluye a los roedores, marsupiales y lagomorfos (Pacheco *et al.*, 2009).
 - **Mamíferos menores voladores:** incluye a los murciélagos o quirópteros.
- **Mamíferos mayores:** aquellos con un peso promedio, igual o mayor a 1 kg (Pacheco, 2002; Pacheco *et al.*, 2009).
- **Hábitats:** unidades de vegetación y cuerpos de agua que son utilizados por los mamíferos. Se precisa que, dada la capacidad de desplazamiento de los mamíferos – sobre todo los mayores–, la mayoría de especies suele utilizar más de un tipo de hábitat y, además, suelen concentrarse en aquellos que ofrecen más recursos, lo cual usualmente se asocia a una combinación de varios microhábitats⁸. Por lo tanto, para fines de la línea base, es importante precisar los microhábitats utilizados por las distintas especies, pero se indica el hábitat principal al cual corresponde (unidad de vegetación o cuerpo de agua). Este último será la principal variable de análisis de la línea base, independiente de los microhábitats que lo conformen.

Nota: la evaluación de mamíferos marinos se incluye en la Sección sobre ecosistemas marinos.

2.3.2 METODOLOGÍA

2.3.2.1 Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre la mastofauna del área de estudio, sus requerimientos alimenticios y comportamiento, para identificar cuáles son los mamíferos que polinizan que tipos de plantas. Además de lo mencionado en la sección 2.0, se consultará la información disponible sobre mamíferos peruanos como Cossios y Madrid (2003), Mena *et al.* (2011), Pacheco (2002), Pacheco *et al.* (2009), Patterson *et al.* (1996), entre otros.

2.3.2.2 Trabajo de campo

2.3.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Se seguirá lo indicado en la Sección 2.0.

⁸ Véase la nota 4.

2.3.2.2.2 Ubicación de estaciones de muestreo

Para la ubicación final de las estaciones de muestreo, además de lo indicado en la sección 2.0, se tomarán en cuenta los lugares más apropiados para la caracterización de las comunidades de mamíferos menores y mayores. Esto puede diferir de otros grupos biológicos; por ejemplo, el muestreo de murciélagos se realizará en la entrada de sus refugios o lugares de forrajeo, lo cual probablemente se asocie a zonas boscosas o formaciones rocosas que presenten las condiciones para albergarlos.

2.3.2.2.3 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) dependerá de las variables o parámetros que se desee evaluar. En la tabla 2.3-1 se presentan ejemplos para el caso de los mamíferos. El número de unidades muestrales por estación de muestreo dependerá de las características y dimensiones del área de estudio, así como de la metodología seleccionada.

Por ejemplo, en el caso de proyectos lineales en selva, para realizar una buena evaluación se podrían necesitar hasta 60 UM por tres noches por estación de muestreo; por el contrario, en proyectos puntuales en la sierra, es común que en una estación de muestreo se empleen 30 UM por una noche, debido a la baja diversidad de mamíferos menores (Pacheco *et al.*, 2007). Esto será definido por el biólogo responsable de la línea base de mamíferos, y el número finalmente elegido tendrá que ser explicado y justificado en el informe.

Tabla 2.3-1: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para mamíferos

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	UM / Estación de muestreo	
Riqueza o abundancia de mamíferos menores no voladores	1 estación doble de trampas (Sherman/Victor)	30-60 noches	1-3 noches
	1 estación simple de trampas (Sherman)	50-60 noches	1-2 noches
Riqueza o abundancia de mamíferos menores voladores	1 red niebla	10 noches	1-3 noches
Riqueza o abundancia de mamíferos mayores	1 km de recorrido	1-5	
Riqueza de mamíferos mayores	1 cámara trampa	1-10 / noche	2-3 noches

Para la selección se de las unidades de muestreo, se sugiere consultar bibliografía especializada tal como Aranda (1981), Boddicker *et al.* (2002), Burton y Pacheco (2016) y Pacheco *et al.* (2007).

2.3.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente los mamíferos en cada hábitat del área de estudio (tabla 2.3-1). Se sigue las recomendaciones incluidas en la sección 2.0.

En cuanto a los valores del esfuerzo de muestreo para mamíferos pequeños terrestres, estos se expresan como el número total de trampas por tipo –de captura viva, de golpe, o *pitfall*– que permanecen operativas durante cada noche de muestreo (Pacheco *et al.*, 2002). El esfuerzo se expresa en trampas-noche (TN), porque las trampas permanecen activas de un día para otro. El esfuerzo de muestreo para murciélagos o quirópteros es medido por el número de redes operativas por noche (RN) de inventario, considerando redes estándares de 12 m de largo x 2,5 m ancho (Pacheco *et al.*, 2007) y 6 m en espacios reducidos (por ejemplo, quebradas, entradas a cuevas, etcétera.). Finalmente, en cuanto a los mamíferos mayores, el esfuerzo de muestreo se mide por el número de kilómetros recorridos.

2.3.2.2.5 Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que los mamíferos sean evaluados en conjunto con la vegetación. Es decir, los muestreos se inician en los momentos de mayor y menor precipitación –o humedad– de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de la vegetación no es inmediato y se debe esperar a que se manifieste, pues la oferta alimenticia se incrementa/reduce de manera correspondiente.

2.3.2.2.6 Datos de registro y colecta

Adicionalmente a los indicados en la sección 2.0, se recogerán los siguientes datos de registro y colecta:

Datos generales para los mamíferos:

- Número de individuos registrados.
- Sexo y edad (cuando sea aplicable).
- Medidas morfométricas (cuando sea aplicable: longitud en milímetros del total de cola, pata, oreja, trago, antebrazo, y peso en gramos).
- Estado reproductivo (cuando sea aplicable: número de hembras preñadas y crías).
- Indicios de especies (huellas, rastros, heces, pelos, huesos, madrigueras, revolcaderos, collpas, etcétera.)
- Estatus de protección según normativa nacional y listas internacionales vigentes (IUCN, CITES).
- Distribución restringida: Especies endémicas del Perú según Pacheco *et al.* (2009) u otra referencia bibliográfica actualizada.

2.3.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación incluye métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos incluyen comúnmente los registros indirectos, incluyendo huellas, rastros, heces, pelos, huesos, madrigueras, revolcaderos, estercoleros, *collpas*, entre otros. También se pueden realizar entrevistas para recoger información sobre usos o nombres locales.

En el caso de los mamíferos mayores, también se pueden usar otros métodos que sirven para tomar datos tanto cualitativos y cuantitativos como cámaras trampa que permanecen activas durante un a tres noches, y permiten detectar a las especies más crípticas y nocturnas. Asimismo, se pueden realizar búsquedas dirigidas de dormideros en la selva para identificar especies de mamíferos adicionales.

Se pueden realizar búsquedas dirigidas de dormideros en la selva para identificar especies de mamíferos adicionales. En el caso de los roedores, para contemplar el registro de especies de mamíferos también se pueden utilizar trampas de caída (*pitfall*) en la región selva. Finalmente, en el caso de los murciélagos, se pueden usar detectores de ultrasonido para identificar las especies presentes; no obstante, este método presenta limitaciones, pues las bases de datos actualmente aún no incluyen a muchas especies peruanas, por lo cual los datos se contrastarán con listas de mamíferos locales.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.3-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. Estos métodos se aplica para realizar análisis cuantitativos (abundancia, abundancia relativa, diversidad gama, entre otros).

En los métodos de captura de mamíferos menores terrestres y arbóreos mediante trampas, el cebo por utilizar variará dependiendo del grupo y la zona a evaluar, de la siguiente manera:

- Roedores: mantequilla de maní, avena, alpiste, miel, frutos de la zona, cereales, semillas y vainilla.
- Marsupiales: mantequilla de maní, conservas de atún o sardina, manteca de cerdo, plátano, yuca y frutas de la zona.

El método seleccionado responderá al tamaño y hábito de los mamíferos potencialmente presentes, así como a la región geográfica en la que se encuentre el área de estudio.

Tabla 2.3-2: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de los mamíferos

Método	Tipo de hábitat	Condición o contexto	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Transectos de trampas Sherman, Victor y Tomahawk	Menores (roedores, marsupiales)	Terrestres y arbóreos	Sierra y selva	Riqueza, abundancia, datos morfométricos y reproductivos	Burton y Pacheco, 2016
Transectos de trampas Sherman y Victor	Menores (roedores)	Terrestres	Costa y sierra	Riqueza, abundancia, datos morfométricos y reproductivos	Burton y Pacheco, 2016
Captura mediante redes niebla	Menores (murciélagos)	Voladores	Costa, sierra y selva	Riqueza, abundancia, datos morfométricos y reproductivos	Jones <i>et al.</i> , 1996; Kunz <i>et al.</i> , 2009
Conteo por transecto	Mayores	Terrestres y arbóreos	Costa, sierra y selva	Riqueza, abundancia, registros indirectos (huellas, vocalizaciones, caminos, entre otros)	Peres, 1999; Wallace <i>et al.</i> , 1999.

Método	Tipo de hábitat	Condición o contexto	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Cámara trampa	Mayores	Terrestres y arbóreos	Costa, sierra y selva	Riqueza, abundancia, datos reproductivos	Jiménez <i>et al.</i> , 2010; Díaz-Pulido y Payan Garrido, 2012.

En las ANP solo se permiten métodos de captura viva, por lo tanto, no se permiten trampas Victor.

2.3.2.2.8 Control de calidad del muestreo/monitoreo

Es necesario elegir uno de los métodos descritos en la sección 2.0 y aplicarlo para los registros de mamíferos. Como mínimo se realizará una curva de acumulación general y, en la medida que sea posible, una para cada unidad de vegetación o hábitat.

De acuerdo a la *Guía de inventario de fauna silvestre* (MINAM, 2015) se tendrá que alcanzar como mínimo un 50% de la riqueza de mamíferos en el área de estudio.

2.3.2.2.9 Colecta de muestras y determinación taxonómica

Los especímenes de difícil identificación son sacrificados teniendo en cuenta las consideraciones de la American Society of Mammalogist (ASM). Todos los mamíferos colectados son depositados en colecciones científicas de instituciones nacionales autorizadas por Serfor.

La determinación taxonómica y la nomenclatura para mamíferos de Perú se llevará a cabo sobre la base del sistema descrito por Pacheco *et al.* (2009), Gardner (2007), Patton *et al.*, (2015), Aquino *et al.*, (2015), u otros más actualizados.

2.3.2.3 Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.3-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los datos de mamíferos que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en el campo por unidad de vegetación y considerando la estacionalidad, como complemento a lo indicado en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los hábitats presentes en el área de estudio.

Tabla 2.3-3: Variables de análisis específicas para la línea base de mamíferos

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Abundancia	Índice de abundancia relativa (%) (mamíferos mayores)	Número de indicios como avistamientos, huellas, heces, pelos,	Walker <i>et al.</i> , 2000	EI: Variación de la abundancia relativa de las especies

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
		osamentas, revolcaderos y hábitos de forrajeo por especie en relación con la unidad de esfuerzo (kilómetros recorridos en transectos por cada unidad de vegetación).		representativas en las unidades de vegetación del área de estudio. PMO: Comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.
	Índice de capturabilidad (%) (mamíferos menores)	Abundancia relativa de roedores.	Cossios <i>et al.</i> , 2007 basado en Pucek, 1969	
Índice de ocurrencia	Índice de Boddicker.	Grado de certeza sobre la presencia de una especie en el lugar de estudio (suma de registros directos e indirectos de las especies).	Boddicker <i>et al.</i> , 2002	El: Variación de la ocurrencia de las especies en las unidades de vegetación o el área de estudio. PMO: Comparación de valores de ocurrencia durante el monitoreo.

2.3.3 REPRESENTACIÓN ESPACIAL

La línea base de mamíferos incluirá lo indicado en la sección 2.0.

BOX 2. RECOMENDACIÓN PARA MAMÍFEROS

Tabla 2.3-4: Esfuerzo sugerido de muestreo y método de colecta para mamíferos

Grupo taxonómico	Metodología	Región Natural ^a				Esfuerzo sugerido por estación de muestreo	Horario
		Costa	Andina	Yunga	Tropical		
Mamíferos menores terrestres ^{b,c}	Trampas de captura en par (doble)	X	X	X	X	30 pares	24 h
Mamíferos menores voladores	Transecto y búsqueda de refugios para la detección acústica activa	X	X	X	X	500 m	Nocturno
	Detección acústica pasiva	X	X	X	X	12 horas	Nocturno
	Redes de neblina	X	X	X	X	10	Nocturno
Mamíferos grandes y medianos	Transecto lineal	X	X	X	X	2 km	Diurno/nocturno
	Cámaras trampa	X	X	X	X	5	48 h

Grupo taxonómico	Metodología	Región Natural ^a				Esfuerzo sugerido por estación de muestreo	Horario
		Costa	Andina	Yunga	Tropical		
Mamíferos marinos ^c	Transectos lineales	X			X	4	Diurno
Mamíferos acuáticos y semiacuáticos continentales ^e	Transectos lineales				X	4	Diurno

a Regiones y formaciones vegetales (MINAM, 2015): **Región Costa:** Tillandsial y Lomas, Bosque seco ribereño, Bosque seco tipo sabana, Bosque seco de piedemonte, Bosque seco de lomada, Bosque seco de colina baja, Bosque seco de colina alta, Bosque seco de montaña, Manglar y Bosque subhúmedo de montaña. **Región Andina:** Bosque relicto mesoandino, Bosque relicto mesoandino de coníferas, Bosque montano occidental andino, Bosque relicto altoandino, Jalca, Páramo, Pajonal andino y Bofedal, Matorral andino y Cardonal. **Yunga o Selva alta:** Bosque de terraza baja basimontano, Bosque de terraza alta basimontano, Bosque inundable de palmeras basimontano, Bosque de palmeras de montaña montano, Bosque de montaña basimontano, Bosque de montaña montano, Bosque de montaña altimontano, Bosque xérico interandino, Bosque de montaña basimontano con paca, Matorral esclerófilo de montaña montano, Matorral arbustivo altimontano, Sabana xérica interandina. **Tropical o Selva baja:** Bosque inundable de palmeras, Bosque de terraza inundable por agua negra, Bosque de llanura meándrica, Bosque de terraza baja, Bosque de terraza alta, Bosque de terraza baja con castaña, Bosque de colina baja con shiringa, Bosque de terraza alta con castaña, Bosque de colina baja con castaña, Bosque de colina baja, Bosque de colina alta, Vegetación esclerófila de arena blanca, Bosque de colina alta del Divisor, Bosque de montaña, Bosque semidecíduo de montaña, Bosque de terraza baja con paca, Bosque de terraza alta con paca, Bosque de colina baja con paca, Bosque de colina alta con paca, Bosque de montaña con paca, Pacal, Herbazal hidrofítico y Sabana hidrofítica de palmeras.

b En región Costa (no humedales costeros, lomas o tillandsiales) y región Andino: 30 pares de trampas (50 trampas tipo Sherman y 10 trampas tipo Víctor). Para humedales costeros: 30 pares de trampas (40 trampas tipo Sherman, 50 marca Tomahawk y 10 trampas marca Víctor). Para Selva alta y baja (Yunga y Tropical): 40 trampas tipo Sherman, 50 trampas tipo Tomahawk y 10 trampas marca Víctor, complementar su evaluación incluyendo 10 trampas tipo Tomahawk, así como la evaluación nocturna para mamíferos mayores en zonas de estudios donde haya la formación vegetal tipo bosque para la región Tropical, Yunga, Andina y Costa.

c Para la evaluación de mamíferos menores terrestres en la región Tropical se realiza evaluación por 48 horas.

d Un transecto mínimo de 4 km de distancia en la zona intermareal (registros de varamientos, crías, individuos enfermos), en la zona nerítica y en la zona oceánica (diversas actividades como forrajeo, juego, etc.).

e Un transecto mínimo de 4 km de distancia entre los márgenes del cuerpo hídrico (cocha, río, caño) en época de vaciante. Además, realizar un transecto de recorrido variable en la zona de la playa u orilla del río hacia adentro para evidenciar información cualitativa (heces, huellas, restos de alimentos, etc.).

2.3.4

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranda, J. (1981). *Rastros de los mamíferos silvestres de México: manual de campo*. México: INIS.
- Barnett & Dutton (1995), *Expedition Field Techniques small mammals*. Geographical Society with IBG. Inglaterra: London.
- Boddicker, M., Rodríguez, J. y Amanzo, J. (2002). Indices for assesment and monitoring of large mammals within an adaptative management framework. *Environmental Monitoring and Assesment* 76, 105-123.
- Burton, L. K. y Pacheco, V. (2016). Small non-volant mammals. En Larsen, T.H. (ed.). 2016. Core Standardized Methods for Rapid Biological Field Assessment. Conservation International, Arlington, VA.
- Cossios, D. y Madrid, A. (2003). Andean mountain cat (*Oreailurus jacobita*) and other Andean carnivores. Status survey in Ayacucho, Arequipa, Puno and Tacna Departments, Peru. Informe no publicado. Lima: Cat Action Treasury.
- Díaz-Pulido, A. y Payán Garrido, E. (2012). Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Panthera Colombia. Bogotá.
- Jiménez, C. F., Quintana, H., Pacheco, V., Melton, D., Torrealva, J. y Tello, G. (2010). Camera trap survey of medium and large mammals in a montane rainforest of northern Perú. *Revista Peruana de Biología* 17(2), 191-196.
- Jones, M. Akey, M. Salkind, J. Green, B. (1996). *Using SPSS for Windows: Analyzing and Understanding Data*. Pearson; Saddle River. New Jersey.
- Kunz T. H., Jones G., Jacobs S., Willig M., Paul R. (2009). *Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators*. Endangered Species Research, Endang Species Res, Contribution to the Theme Section 'Bats: status, threats and conservation successes. Cape Town, South África, Boston y Connecticut. Vol. 8: 93–115.
- Mena J. L., Solari, S., Carrera, J. P., Aguirre, L. F. y Gómez, H. (2011). Climate change and biodiversity in the tropical Andes. En S. K. Herzog, R. Martínez, P. M. Jorgensen y H. Tiessen (Eds.). *Small mammal diversity in the tropical Andes: An overview*. , São Paulo, Brasil: Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) & Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).
- Pacheco V. (2002). Mamíferos del Perú. En G. Ceballos y J. Simonetti (Eds.). *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales* (pp. 503-550). México, D. F.: CONABIO-UNAM.
- Pacheco V, Salas, E., Cairampoma, L., Noblecilla, M., Quintana, H., Ortiz, F., Palermo, P. y Ledesma, R. (2007). Contribución al conocimiento de la diversidad y conservación de los mamíferos en la cuenca del río Apurímac, Perú. *Revista Peruana de Biología* 14 (2), 169-180.
- Pacheco, V., Cadenillas, R., Salas, E., Tello, C. y Zeballos, H. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología* 16 (1), 5-32.
- Patterson, B. D., Pacheco, V. y Solari, S. (1996). Distribution of bats along an elevational gradient in the Andes of south-eastern Peru. *J. Zool* 240, 637-658.
- Peres, C. A. (1999). General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotropical Primates*, 7(1), 11-16.
- Walker, S, Novaro, A. y Nochols, J. (2000). Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Meso Zool. Neotrop.* 7, 73-80.
- Wallace J. B., Eggert S. L., Meyer J. L., Webster J. R. (1999). Effects of resource limitation on a detrital-based ecosystem. *Ecological Monographs* 69,409-442.

2.3.5 DOCUMENTOS DE CONSULTA

- Aquino, R., Cornejo, F., Cortés Ortiz, L., Encarnación, F., Heymann, E., Marsh, L., Mittermeier, R., Rylands, A. y Vermeer, J. (2015). *Primates de Perú. Guía de identificación de bolsillo*. Conservation International, U.S., United States. Virginia.
- Díaz, M., Aguirre, L. y Barquez, R. (2011). *Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica*. Cochabamba, Bolivia: Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada.
- Gardner, A. (2007). *Mammals of South America. Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats*. Chicago: University of Chicago Press.
- MINAM (2015). *Guía de inventario de fauna silvestre*. Lima: Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. R. M. 057-2015-MINAM.
- Patton, J., Pardiñas, F. y D'Elía, G. (2015). *Mammals of South America. Volume 2: Rodents*. Chicago: University of Chicago Press.

2.4 ANFIBIOS Y REPTILES

2.4.1 ALCANCE

Como parte de la línea base de fauna terrestre, se caracteriza el componente herpetológico, es decir, las especies de anfibios y reptiles que habitan en los distintos ecosistemas presentes en el área de estudio. Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Anfibios:** animales vertebrados poiquiloterms –su temperatura corporal varía de acuerdo con la del ambiente– que se caracterizan por presentar, en la mayoría de los casos al menos dos fases de desarrollo: una larvaria, en la que su respiración es branquial y permanecen en el agua (renacuajos); y otra pulmonar semiterrestre al llegar a la edad adulta. Incluyen tres órdenes: Anura (ranas y sapos), Caudata (salamandras) y Gymnophiona (cecilias) (Vargas, 2015).
- **Reptiles:** animales vertebrados que se caracterizan porque su cuerpo está cubierto de escamas o escudos ectodérmicos que los protegen de las agresiones y de la desecación o deshidratación. Son ectotermos, es decir, su actividad depende de la temperatura ambiental. Incluyen tres órdenes: Squamata (saurios, serpientes y anfisbénidos), Chelonia (tortugas) y Crocodylia (cocodrilos) (Vargas, 2015).
- **Hábitats:** unidades de vegetación y cuerpos de agua. Si bien la mayoría de estos animales tiene una capacidad de desplazamiento limitada, su distribución suele estar asociada a determinados microhábitats que les ofrecen las condiciones adecuadas para su desarrollo, lo cual se vincula con su dependencia de la temperatura del ambiente. Por lo tanto, para fines de la línea base, es importante precisar los microhábitats utilizados por las distintas especies, pero indicar el hábitat principal al cual corresponde (unidad de vegetación o cuerpo de agua). Este último será la principal variable de análisis, independientemente de los microhábitats que lo conformen.

2.4.2 METODOLOGÍA

2.4.2.1 Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre la herpetofauna del área de estudio. Además de lo mencionado en el Anexo 2.0, también se consulta la información disponible sobre los anfibios y reptiles peruanas: Cadle y Patton (1988), Rodríguez *et al.* (1993), Carrillo e Icochea (1995), Lehr (2006), Barlett y Barlett (2003), Baiker (2011), Aguilar *et al.* (2013), Vargas (2015), entre otros.

2.4.2.2 Trabajo de campo

2.4.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Se seguirá lo indicado en la sección 2.0.

2.4.2.2.2 Ubicación de estaciones de muestreo

Para la ubicación final de las estaciones de muestreo, se tiene en cuenta, además de lo indicado en la sección 2.0, los lugares más apropiados para la caracterización de las

comunidades de anfibios y reptiles. Esto puede diferir de otros grupos biológicos, por ejemplo, el muestreo de anfibios se realizará con énfasis en lugares cercanos a cuerpos de agua, incluyendo pequeñas pozas u ojos de agua, donde puedan desarrollar su fase larvaria. Por otro lado, los reptiles preferirán lugares con rocas o vegetación que ofrezca sitios de refugio, donde puedan tanto estar expuestos al sol como guarecerse inmediatamente en caso perciban alguna amenaza o peligro.

2.4.2.2.3 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar.

En la tabla 2.4-1 se presenta ejemplos para el caso de los anfibios y reptiles. El número de unidades muestrales por estación dependerá de las características y dimensiones del área de estudio, así como de la metodología seleccionada.

Por ejemplo, en el caso de proyectos lineales en selva, para realizar una buena evaluación se podrían necesitar hasta 20 UM por estación de muestreo. En contraste, en proyectos puntuales en la costa o la sierra, es común que una estación de muestreo corresponda a cuatro a cinco UM. Esto es definido por el biólogo responsable de la línea base de anfibios y reptiles, y en el informe se explicará y justificará el número finalmente elegido.

Tabla 2.4-1: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para diferentes variables de anfibios y reptiles

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	UM / Estación de muestreo	
Riqueza, abundancia, diversidad	VES	4-15 VES	1-3 días
	Parcelas	5-10 parcelas	1-3 días
	Transectos	5-20 transectos	1-3 días

Para la selección de las unidades de muestreo se sugiere consultar bibliografía especializada tal como Torres-Gastello y Córdova (2014), Manzanilla y Péfaur (2000) y Lips *et al.* (2001).

2.4.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente los anfibios y reptiles en cada hábitat. Se seguirán las recomendaciones incluidas en la sección 2.0. Dependiendo de la ubicación del proyecto, podría ser necesario realizar transectos diurnos y/o nocturnos. Por ejemplo, en selva será necesario realizar ambos tipos para identificar aquellos de hábitos nocturnos, mientras que en la costa y sierra en la mayoría de los casos sólo es necesario realizar evaluaciones diurnas.

El esfuerzo de muestreo se mide en el número de UM realizada por estación de muestreo y/o por unidad de vegetación.

2.4.2.2.5 Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que los anfibios y reptiles sean evaluados en conjunto con la vegetación; es decir, iniciar los muestreos en los momentos de mayor y menor precipitación –o humedad– de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de la vegetación no es inmediato y se espera a que se manifieste, pues la oferta alimenticia se incrementa/reduce en forma correspondiente.

2.4.2.2.6 Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta son adicionales a los indicados en la Sección 2.0:

Datos generales para los anfibios y reptiles:

- Hora de evaluación.
- Número de individuos registrados.
- Medidas morfométricas (para individuos capturados).
- Sexo y edad (cuando sea aplicable).
- Actividad de la especie: activo (en desplazamiento, forrajeando, etcétera), inactivos (durmiendo, termorregulando, etcétera).
- Tipo de registro (visual, auditivo o captura).
- Temperatura.
- Humedad.
- Radiación solar.
- Variables de microhábitat: a) dónde fue capturado el individuo –hojarasca, hoja, rama, sobre el tronco, suelo descubierto, quebrada, entre otros–, b) altura del suelo, c) profundidad de la hojarasca.
- Estado de reproducción (para individuos capturados).
- Estatus de protección según normativa nacional y listas internacionales vigentes (IUCN, CITES), resaltando la presencia de especies en las categorías en peligro (EN) o en peligro crítico (CR).
- Distribución restringida: especies endémicas de Perú, según la bibliografía disponible.

2.4.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación incluirá métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos comprenden habitualmente los registros oportunos u oportunistas, los cuales se realizan en cualquier momento y ayudan a complementar cualitativamente el estudio. También se pueden realizar entrevistas para recoger información sobre usos o nombres locales.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.4-2 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. Estos métodos se deben aplicar para realizar análisis cuantitativos (abundancia relativa, diversidad beta, entre otros).

Tabla 2.4-2: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de los anfibios y reptiles

Método	Tipo de hábitat	Condición o contexto	Ubicación geográfica	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Búsqueda por encuentro visual (VES)	Visual, auditivo y captura	Especímenes acuáticos, arborícolas, terrestres	Costa, sierra y selva	Riqueza, abundancia relativa, asociación de hábitats, nivel de actividad	Crump y Scott, 2001; Icochea et al., 1998; Rueda et al., 2006
Transectos de banda fija	Visual, auditivo y captura	Especímenes acuáticos, arborícolas, terrestres	Costa, sierra (bosques) y selva	Riqueza, abundancia relativa, densidad, asociación de hábitats, nivel de actividad	Jaeger, 1994; Icochea et al., 1998
Parcelas o cuadrantes de hojarasca	Visual y captura	Especímenes terrestres	Costa, sierra y selva alta	Riqueza, abundancia relativa, densidad, asociación de hábitats y nivel de actividad	Jaeger, 1994; Icochea et al., 1998.

Además, en el caso de anfibios y reptiles, se recomienda complementar la evaluación con la medición de variables abióticas, con la finalidad de entender las variaciones temporales de las poblaciones. Por tratarse de animales ectotermos, la temperatura es un factor muy importante en su comportamiento y su respectivo patrón de actividad. Esto determina su presencia o ausencia en determinados momentos del día e influye directamente en su registro. Por lo tanto, se sugiere utilizar un termómetro de alta sensibilidad para evaluar cada hábitat muestreado. Además, en el caso de los anfibios, dado que en algún momento de su ciclo de vida –o toda su vida– atraviesan por una fase acuática, se recomienda medir los siguientes parámetros en los cuerpos de agua donde se muestreen los individuos: pH, conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (TDS) y temperatura.

2.4.2.2.8 Control de calidad del muestreo

Elegir uno de los métodos descritos en la sección 2.0 y aplicarlo para los registros de anfibios y reptiles. Como mínimo se realizará una curva de acumulación general, y en la medida que sea posible, una para cada unidad de vegetación.

De acuerdo a la *Guía de inventario de fauna silvestre* (MINAM, 2015) se tendrá que alcanzar como mínimo un 50% de la riqueza de especies en el área de estudio.

2.4.2.2.9 Colecta de muestras y determinación taxonómica

En caso sea necesaria la colecta de especímenes para su posterior identificación en gabinete, primero serán fotografiados vivos y luego eutanizados siguiendo métodos que generen el menor sufrimiento de los individuos. En el caso de anfibios, por ejemplo, se puede utilizar benzocaína (7%) en el cuerpo; y para el caso de los reptiles, la aplicación de benzocaína, se puede complementar con pentobarbital sódico (Halatal®). Posteriormente, los individuos serán fijados en formol al 10% (durante 24 horas) y preservados en etanol al 70% en recipientes de plástico. En el caso de los renacuajos, después de ser fijados, serán preservados también en formol al 10%. Todos los individuos colectados serán depositados en colecciones científicas de instituciones nacionales reconocidas.

La determinación taxonómica de las especies de anfibios y reptiles, así como la de los renacuajos, se tendrá que realizar utilizando claves de identificación y descripciones disponibles en la literatura especializada como Aguilar *et al.* (2010), Aguilar *et al.* (2012),

Aguilar y Pacheco (2005), Aparicio *et al.* (2010), Carrillo e Icochea (1995), Duellman y Fritts (1972), Frost (2016), Gosner (1960), Rodríguez *et al.* (1993), Uetz y Hošek (2017), Valenzuela *et al.* (2010) y Vellard (1960). También se pueden realizar consultas en colecciones científicas. Para la nomenclatura de reptiles, se recomienda revisar la base de datos disponibles, como The Reptile Database, y para anfibios, la lista de especies de anfibios del mundo (Amphibian Species of the World).

2.4.2.3 Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.4-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los datos de anfibios y reptiles que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en campo por unidad de vegetación y considerando la estacionalidad, complementarios a los indicados en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo al contexto del proyecto y los hábitats presentes en el área de estudio.

Tabla 2.4-3: Variables de análisis específicas para la línea base de anfibios y reptiles

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Composición	Estructura o composición de la comunidad de anfibios y reptiles, proporción de especies en las familias presentes en las unidades de vegetación	La conformación de la comunidad de anfibios y reptiles respecto a la proporción de especies por familias presentes por hábitat y variaciones de especies dentro de las familias.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999	<p>EI: Cambios en la composición de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto.</p> <p>PMO: Comparación de la composición durante el monitoreo.</p>
Abundancia	Abundancia relativa (%)	Número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total de las especies en una unidad.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; De la Galvez-Murillo y Pacheco, 2009	<p>EI: Variación de la abundancia relativa de las especies representativas en las unidades de vegetación del área de estudio.</p> <p>PMO: Comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.</p>
Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	La probabilidad de encontrar uno o más individuos de una especie en la unidad de muestreo; la relación de la frecuencia absoluta de una especie entre el total de ocurrencias de todas	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999	PMO: Comparación de frecuencia de registro durante el monitoreo.

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
		las especies.		
Densidad	Densidad relativa (%)	El número de individuos que ocupan un área; la relación de la densidad de una especie entre el total de la densidad de todas las especies.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999	PMO: Comparación de la densidad relativa durante el monitoreo.

2.4.3 REPRESENTACIÓN ESPACIAL

La línea base de anfibios y reptiles incluirá lo indicado en la sección 2.0.

BOX 3. RECOMENDACIÓN PARA ANFIBIOS Y REPTILES

Tabla 2.4-4: Esfuerzo sugerido de muestreo y método de colecta para anfibios y reptiles

Región natural	Horario	Búsquedas por Encuentros Visuales (VES)			Transectos de Banda Fija (TBF)			Parcelas de hojarasca (PdH)		
		Cantidad por estación	Distancia entre los VES	Duración	Cantidad por estación	Distancia entre los TBF	Área	Cantidad por estación	Distancia entre las PdH	Área
Costa ^{ae}	Diurno	6	50 m	30 min.	5	50m	100 m ² (50 m x 2 m)	5	50 m	15 m ² (3 m x 5 m)
Sierra ^{ae}							200 m ² (100 m x 2 m)			
Selva ^{bcd}	Diurno	5	50 m	30 min.	5	50m	100 m ² (50 m x 2 m)	5	50 m	15 m ² (3 m x 5 m)
	Nocturno						200 m ² (100 m x 2 m)			

a. Considerar solo evaluaciones nocturnas de ubicarse en el área de estudio cuerpos de agua donde potencialmente se pueda registrar anfibios.

b. Aplicar TBF de 100 m² en áreas donde el sotobosque presente vegetación densa.

c. Aplicar TBF de 200 m² en áreas con sotobosque semidenso.

d. Direccionar los VES a áreas abiertas, como quebradas, cochas, áreas de bosque amazónico, entre otro tipo de áreas con rala, escasa o nula vegetación.

e. Aplicar solo la metodología de TBF en caso de presencia de cobertura arbórea densa a semidensa, como, por ejemplo, en Costa en los Bosques secos ecuatoriales y Bosque tropical del pacífico; en cuanto a la región sierra en bosques relictos.

2.4.4

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C. y Pacheco, V. (2005). Contribución de la morfología bucofaringea larval a la filogenia de *Batrachophrynus* y *Telmatobius*. En Lavilla, E y De la Riva, I (Eds.), *Estudios sobre las ranas andinas de los géneros Telmatobius y Batrachophrynus (Anura: Leptodactylidae)*. Monografías de Herpetología 7, 219–238.
- Aguilar, C., Ramírez, C., Rivera, D., Siu-Ting, K., Suarez, J. y Torres, C. (2010). Peruvian Andean Amphibians in not protected areas: its threats and conservation status. *Revista Peruana de Biología* 17 (1), 5-28.
- Aguilar, C., Catenazzi, A., Venegas, P. y Siu-Ting, K. (2012). Morphological variation of *Telmatobius atahualpai* (Anura: Telmatobiidae) with comments on its phylogenetic relationships and synapomorphies for the genus. *Phyllomedusa* 11, 37-49.
- Aguilar, C., Wood, P., Cusi, J. C., Guzmán, A., Huari, F., Lundberg, M., Mortensen, E., Ramírez, C., Robles, D., Suárez, J., Ticona, A., Vargas, V., Venegas, P. J. y Sites, J. (2013). Integrative taxonomy and preliminary assessment of species limits in the *Liolaemus walkeri* complex (Squamata, Liolaemidae) with descriptions of three new species from Peru. *ZooKeys* 364, 47-91.
- Aparicio, J., Ocampo, B. y Oliver, M. (2010). *Liolaemus grupo montanus Etheridge*, 1995 (Iguania: Liolaemidae). *Cuadernos de Herpetología*, 24 (2). 133-135.
- Baiker, J. (2011). *Guía ecoturística: Mancomunidad Saywite-Choquequirao-Ampay (Apurímac, Perú). Con especial referencia a la identificación de fauna, flora, hongos y líquenes en el departamento de Apurímac y sitios adyacentes en el departamento de Cusco*. Serie Investigación y Sistematización 15. Lima: Programa Regional Ecobona-Intercooperation.
- Bartlett, R. D. y Bartlett, P. P. (2003). *Reptiles and amphibians of the Amazon*. Florida: University of Florida Press.
- Cadle, J. E. y Patton, J. L. (1988). *Distribution of some amphibians, reptiles and mammals of the eastern Andean slope of southern Peru* (pp. 225-244). En W. R. Heyer y P. E. Vanzolini (Eds.), *Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciencias.
- Carrillo, N. e Icochea, J. (1995). Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú. *Publicaciones del Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos (A)* 49:1-27.
- Crump, M. L. y Scott, J. Jr. (2001). Relevamientos por encuentros visuales (pp. 80-87). En: W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek y M. S. Foster (Eds.). *Medición y monitoreo de la diversidad biológica. Métodos estandarizados para anfibios*. Smithsonian Institution Press y Editorial Universitaria de la Patagonia. Comodoro Rivadavia.
- De la Gálvez Murillo, E. y Pacheco, L. F. (2009). Abundancia y estructura poblacional de *Liolaemus signifer* (Liolaemidae-Lacertilia-Reptilia) en zonas con y sin extracción comercial en el Altiplano de Bolivia. *Tropical Conservation Science* 2(1), 106-115. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/194008290900200110>
- Duellman, W. y Fritts, T. (1972). A taxonomic review of the southern Andean marsupial frogs (Hylidae: Gastrotheca). *Occasional Papers of the Museum of Natural History Museum the University of Kansas, Lawrence, Kansas* 9: 1-37.
- Frost, D. (2024). *Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2*. Revisado el 15 de noviembre de 2024: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>. Nueva York, EE. UU.: American Museum of Natural History.
- Gosner, K. (1960). A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16, 183-190.

- Icochea, J., Quispitupac, E. y Portilla, A. (1998). Amphibians and reptiles: Biodiversity assessment in the Lower Urubamba Region. En A. Alonso y F. Dallmeier (Eds.). *Biodiversity assessment of the Lower Urubamba Region, Peru: Cashiriari 3-Well S and the Camisea and Urubamba Rivers*. SI/MAB Series 2. Washington, D. C.: Smithsonian Institution / MAB Biodiversity Program.
- Jaeger, R. e Inger, R. (1994). Quadrat Sampling. En W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek y M. S. Foster (Eds.), *Measuring and monitoring biological diversity. Standard Methods for Amphibians* (pp: 97-102). Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology* (segunda edición). Melo Park: Benjamin Cummings.
- Lehr, E. (2006). Taxonomic status of some species of Peruvian *Phrynosus* (Anura: Leptodactylidae), with the description of a new species from the Andes of southern Peru. *Herpetologica* 62, 331–347.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton: Princeton University Press.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Vol. 1. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Rodríguez, L. O., Córdova, J. H. e Icochea, J. (1993). Lista preliminar de los anfibios del Perú. Serie A, Zoología. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM* 5, 1-22.
- Rueda, J., Castro, F. y Cortez, C. (2006). Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: una compilación. En A. Angulo, J. Rueda-Almohacid, J. Rodríguez-Mahecha y E. La Marca (Eds.). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina* (Serie Manuales de Campo 2). Bogotá: Panamericana, Formas e Impresos. 135-172.
- Uetz, P. (2016). Versión 2022.12. *The Reptile Database*. Revisado el 10 noviembre 2024. URL: <https://reptile-database.reptarium.cz/>
- Valenzuela-Dellarossa, G., Herman-Núñez, C. y Ortiz, J. C. (2010). Reptilia, Serpentes, Colubridae, Tachymenis Wiegmann, 1836: Latitudinal and altitudinal distribution extension in Chile. *Check List* 6 (1), 5-6.
- Vargas, V. (2015). *Guía de Identificación de anfibios y reptiles*. Perú LNG. URL: https://perulng.com/wp-content/uploads/2024/02/Guia_identificacion_anfibios-reptiles-1.pdf
- Vellard, J. (1960). Estudios sobre batracios andinos. VII. El género *Pleurodema* en los Andes peruanos. *Memorias del Museo de Historia Natural Javier Prado* 10, 1-14.

2.4.5 DOCUMENTOS DE CONSULTA

- MINAM. (2015). *Guía de inventario de fauna silvestre*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM.
- Torres-Gastello, C. y Córdova, J. (2004). Herpetología. Técnicas de muestreo empleadas para el monitoreo de la herpetofauna en el Programa de monitoreo de la Biodiversidad en Camisea. En *Metodologías para el monitoreo de la Biodiversidad en la Amazonía* (pp. 61-72). Lima, Perú: Programa de Monitoreo de la Biodiversidad en Camisea.
- Manzanilla, J. y Péfaur, J. (2000). Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Revista Ecológica Latino América* 7, 17-30.

- Lips, K.; Reaser, J.; Young, B. y Ibáñez, R. (2001). *Amphibian monitoring in Latin America: A protocol manual*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Arizona.

2.5 INSECTOS Y OTROS ARTRÓPODOS

2.5.1 Alcance

Como parte de la línea base de fauna terrestre, se puede requerir la caracterización de los artrópodos o de los insectos –un grupo de artrópodos– que habitan en los distintos ecosistemas presentes en el área de estudio. Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Artrópodos:** animales invertebrados que se caracterizan por presentar un esqueleto externo o exoesqueleto, por tener el cuerpo segmentado y apéndices articulados. El filo *Arthropoda* incluye a cinco subfilos: *Hexapoda* (que incluye la Clase *Insecta*), *Chelicerata* (que incluye la clase *Arachnida*), *Crustacea* (que incluye varios grupos, como las langostas, los cangrejos y los langostinos), *Miriapoda* (que incluye a los ciempiés y milpiés), y *Trilobites* (todos extintos). En el caso de los estudios ambientales, los subfilos más estudiados son *Hexapoda (Insecta)*, *Chelicerata (Arachnida)* y *Crustacea*, dependiendo de los ecosistemas del área de estudio. El último subfilos se evalúa principalmente en ecosistemas marinos.
- **Insectos:** se refiere a la clase de artrópodos que se caracteriza por presentar tres pares de patas, un par de antenas y cuatro alas –aunque pueden estar ausentes o modificadas–, y el cuerpo tiene tres segmentos –cabeza, tórax y abdomen–. Son la clase de animales con más especies de todos los seres vivos →1 millón de especies descritas y con estimaciones de hasta 30 millones no descritas–.
- **Arácnidos:** se refiere a la clase de artrópodos quelicerados que se caracteriza por presentar cuatro pares de patas y dos pares de apéndices alrededor de la boca; carecen de antenas y alas, y tienen el cuerpo dividido en dos segmentos (cefalotórax y abdomen). Incluye a las arañas, las garrapatas, los ácaros y los escorpiones.
- **Morfoespecie o Unidades taxonómicas reconocibles (RTU):** grupo de organismos de cualquier taxón con características morfológicas comunes, determinado a partir del análisis visual de las muestras y utilizando cuando no se tiene mayor conocimiento de los organismos. En el caso de los insectos y artrópodos en general, dada su gran diversidad y el limitado conocimiento de la mayoría de especies, su identificación taxonómica es difícil y muchas veces imposible. En este escenario se utiliza el término *morfoespecie* o RTU para diferenciar potenciales especies por sus características morfológicas y poder estimar su riqueza en un determinado lugar.
- **Hábitats:** unidades de vegetación y cuerpos de agua que son utilizados por los artrópodos. Si bien la mayoría de estos animales tiene una capacidad de desplazamiento limitada, su distribución suele estar asociada a determinados microhábitats⁹ que les ofrecen las condiciones adecuadas para su desarrollo. Por lo tanto, para fines de la línea base, es importante precisar los microhábitats utilizados por las distintas especies o familias de especies, pero indicar el hábitat principal al cual corresponde –unidad de vegetación o cuerpo de agua–. Este último será la principal variable de análisis, independiente de los microhábitats que lo conformen.

Se recomienda la evaluación de insectos y otros artrópodos en caso se prevea la presencia de alguna especie relacionada con un servicio ambiental o ecosistémico –por ejemplo, aprovisionamiento de productos como miel, cera, seda u otros de valor comercial–, alguna especie relacionada a cultivos –plagas (parásitos) o benéficas (parasitoides) de importancia económica, como, por ejemplo, la mosca minadora, que es plaga de la papa– o alguna especie que sea vector de enfermedades (por ejemplo, el mosquito de la fiebre amarilla), especies de

⁹ Microhábitat: hábitat especializado que contiene una flora y una fauna distintiva dentro de un hábitat.

insectos polinizadores de diversos grupos que proveen el servicio ecosistémico de regulación, además de asegurar la conservación de las especies silvestres y la seguridad alimentaria.

2.5.2 METODOLOGÍA

2.5.2.1 Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se consulta la información disponible sobre la entomofauna y de las especies polinizadoras de las plantas del área de estudio. Además de lo mencionado en la sección 2.0, se consultará la información disponible sobre los insectos y otros artrópodos de la región textos como Couturier (1992), Fernández (2003), Fernández y Sharkey (2006), Palacio y Whal (2006), Batista-da-Silva *et al.* (2011), entre otros.

2.5.2.2 Trabajo de campo

2.5.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Se seguirá lo indicado en la sección 2.0.

Adicionalmente, dada la gran diversidad taxonómica y las distintas funciones que realizan los insectos en los ecosistemas, se seleccionarán los grupos o familias de mayor relevancia para el área de estudio, ya sea por su rol como polinizadores, depredadores, recicladores, fitófagos, parasitoides (benéficos) u otros. Las metodologías de muestreo finalmente empleadas en campo estarán enfocadas en los grupos elegidos.

Los grupos seleccionados pueden ser a nivel de orden, como por ejemplo los escarabajos (orden *Coleoptera*) o las abejas, avispas y hormigas (orden *Hymenoptera*); esto porque existe abundante información a nivel de orden, y es conocido que cumplen varios roles ecológicos (polinización, reciclaje de nutrientes, entre otros), son sensibles a los cambios en el ambiente y han sido empleados en programas de monitoreo (Footitt y Adler eds., 2009). En otros casos, pueden seleccionarse grupos más específicos a nivel de familia, como los parasitoides de la familia Ichneumonidae –que son benéficos, pues controlan naturalmente las plagas– o los mosquitos de la familia *Culicidae* –que son vectores de enfermedades–. En la tabla 2.5-1 se presenta una propuesta (basada en Silva *et al.*, 2011) de grupos recomendados de acuerdo con las regiones a evaluar. Esta propuesta no es restringida, y tendrá que validarse teniendo en cuenta las particularidades de cada ambiente y cada proyecto.

Tabla 2.5-1: Grupos taxonómicos recomendados para estudios de línea base de insectos/artrópodos por región

Grupo recomendado	Selva baja	Selva alta (bosques de niebla)	Sierra (puna)	Sierra (bosque seco)	Costa (lomas)	Costa (desiertos)
Fitófagos						
<i>Cicadellidae</i>	X	X	X*	X	X	
<i>Arctiidae</i>	X	X	X*	X	X	
<i>Rhopalocera</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Curculionidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Chrysomelidae</i>	X	X	X	X	X	
Depredadores						
<i>Carabidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Odonata</i>	X	X	X	X	X	
<i>Araneae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Scorpiones</i>				X	X	X
<i>Opiliones</i>	X	X	X			
Parasitoides						
<i>Ichneumonidae</i>	X	X	X	X	X	X
Omnívoros/recicladores						
<i>Scarabaeidae</i>	X	X	X	X	X	
<i>Formicidae</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Tenebrionidae</i>			X	X	X	X
<i>Staphylinidae</i>	X	X	X	X	X	X

* El muestreo de estos dos grupos solo se considera en bosques andinos, mas no en áreas abiertas andinas.

** También podrían considerarse el registro de especies polinizadoras como *Apidae*, *Halictidae*, *Megachilidae*, *Andrenidae*, *Colletidae*.

Fuente: adaptado de Silva *et al.*, 2011

2.5.2.2.2 Ubicación de estaciones de muestreo

Para la ubicación final de las estaciones de muestreo se tiene en cuenta, además de lo indicado en la sección 2.0, los lugares más apropiados para la caracterización de las comunidades de insectos u otros artrópodos, según los objetivos plantados. Esto puede diferir de otros grupos biológicos; por ejemplo, el muestreo de mosquitos de la familia *Culicidae* se realizará con énfasis en lugares cercanos a cuerpos de agua, incluyendo pequeñas pozas u ojos de agua, donde puedan desarrollar su fase larvaria. Por otro lado, los insectos de la familia *Ichneumonidae* se evaluarán cerca de cultivos, donde se encuentran con mayor frecuencia sus hospederos (plagas). En el caso de los polinizadores se tendría que evaluar en la época de floración de las plantas.

2.5.2.2.3 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) dependerá de las variables o parámetros que se quiera evaluar. En la tabla 2.5-2 se presenta ejemplos para el caso de los insectos y otros artrópodos. El número de unidades muestrales por estación de muestreo dependerá de las características y dimensiones del área de estudio, así como de la metodología seleccionada.

Por ejemplo, en el caso de proyectos lineales en selva, para realizar una buena evaluación se podrían necesitar hasta 10 UM por estación de muestreo; en contraste, en proyectos puntuales en la costa o la sierra, es común que una estación de muestreo corresponda a cuatro a cinco UM. Esto tendrá que ser definido por el biólogo responsable de la línea base de anfibios y reptiles, y en el informe se explicará y justificará el número finalmente elegido.

Tabla 2.5-2: Ejemplos de unidades de muestreo sugeridas para diferentes variables de insectos y otros artrópodos

Variable objeto	Unidad de muestreo (UM) sugerida	UM / Estación de muestreo	
Riqueza, abundancia, diversidad	Trampas cebadas	3-10 trampas	48-72 horas
	Trampas de campana	3 trampas	24 horas
	Trampas <i>pitfall</i> o de caída	10-16 trampas	24-48 horas
	Trampas Malaise	1 trampa	24-48 horas
	Trampas pantraps o Moericke	5-8 trampas	24-48 horas
Presencia, abundancia	Trampas de luz	1 trampa	2-6 horas

Para la selección de las unidades de muestreo, se sugiere consultar bibliografía especializada tal como Agosti y Alonso (2003), Basset *et al.* (1997), Biological Survey of Canada (1994), Cardoso *et al.* (2009), Silva *et al.* (2011) y Upton (1991).

2.5.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se refiere al número de unidades de muestreo que se replicarán para evaluar representativamente los insectos y otros artrópodos en cada hábitat. Se seguirán las recomendaciones incluidas en la sección 2.0. Dependiendo de la ubicación del proyecto y de los grupos de artrópodos a evaluar será necesario aplicar esfuerzos específicos.

Por ejemplo, para determinados grupos –como las hormigas del suelo– se han desarrollado protocolos –como el protocolo Ants of the Leaf Litter Protocol (ALL)–, el cual propone utilizar 20 trampas *pitfall* en un transecto de 200 metros y un esfuerzo temporal mínimo de 48 horas (Fisher *et al.*, 2000; Alonso y Agosti, 2000; Agosti y Alonso, 2003). No obstante, estudios enfocados en la diversidad de todos los artrópodos de suelo han utilizado diferentes niveles de esfuerzo de muestreo (Bess *et al.*, 2002; Ramírez *et al.*, 2002; Castañeda *et al.*, 2007), por lo cual será necesario tanto seguir las recomendaciones de la bibliografía disponible para

ecosistemas similares a los del área de estudio como tener en cuenta el tamaño y complejidad de las unidades de vegetación.

Para el muestreo de insectos, se recomienda lo siguiente:

- Que las trampas de todas las estaciones de muestreo tengan el mismo número de horas y reciban el mismo tiempo atmosférico; es decir, los mismos días de sol y de lluvia.
- Que la distancia entre el mismo tipo de trampas tenga como mínimo de 10 m;
- Que se emplee al menos dos o tres distintos tipos de muestreo –por ejemplo, trampas de caída, intercepción de vuelo y/o muestreo activo– por unidad de vegetación.

2.5.2.2.5 Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio, en la mayoría de las regiones del Perú se recomienda que los artrópodos sean evaluados en conjunto con la vegetación. Es decir, se inician los muestreos en los momentos de mayor y menor precipitación –o humedad– de cada temporada, dado que el efecto de la lluvia en el desarrollo de la vegetación no es inmediato y se tendrá que esperar a que se manifieste, pues la oferta alimenticia se incrementa o reduce de manera correspondiente.

2.5.2.2.6 Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta son adicionales a los indicados en la sección 2.0:

Datos generales para los insectos y otros artrópodos:

- Estrato de colecta (suelo, herbáceo o arbóreo)
- Tipo y número de trampa o metodología
- Fotos testigo del piso, sotobosque y dosel del hábitat característico
- Fotos representativas de las trampas y metodologías empleadas
- Especies con uso potencial, información a través de pobladores locales

2.5.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación tendrá que considerar métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos incluyen, por ejemplo, la colecta directa u oportunista y el uso de extractores Winkler o Moczarsky-Winkler. Este último también puede utilizarse para determinar la abundancia localizada de ciertos grupos de especies.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.5-3 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo. Estos métodos se aplican para realizar análisis cuantitativos: abundancia relativa, diversidad beta, entre otros.

Tabla 2.5-3: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa de los insectos y otros artrópodos

Método	Estrato de registro	Ubicación geográfica	Aplicación por grupo recomendado*	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Muestreo pasivo					
Trampas pasivas cebadas					
Trampas cebadas (C)	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	<i>Araneae, Carabidae, Formicidae, Rhopalocera, Scarabaeidae, Staphylinidae.</i>	Riqueza, abundancia, estrato, preferencia trófica	Villarreal <i>et al.</i> , 2004
Trampas cebadas elevadas (A)	Arbóreo	Sierra (bosques) y selva	<i>Araneae, Chrysomelidae, Cicadellidae, Curculionidae, Formicidae, Scarabaeidae, Staphylinidae.</i>	Riqueza, abundancia, estrato, preferencia trófica	Basset <i>et al.</i> , 1997
Trampas de campana o Van Someren Rydon (H)	Suelo, herbáceo y arbóreo	Sierra y selva	<i>Rhopalocera, Scarabaeidae, Staphylinidae.</i>	Riqueza, abundancia, estrato	Basset <i>et al.</i> , 1997; Villarreal <i>et al.</i> , 2004
Trampas pasivas no cebadas					
Trampas de caída pitfall (F)	Suelo	Costa, sierra y selva	<i>Araneae, Carabidae, Formicidae, Staphylinidae, Tenebrionidae.</i>	Riqueza, abundancia, estrato	Agosti y Alonso, 2003; Agosti <i>et al.</i> , 2000; Alonso y Agosti 2000; Villarreal <i>et al.</i> , 2004
Trampas de intercepción de vuelo (I)	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	<i>Carabidae, Chrysomelidae, Cicadellidae, Curculionidae, Formicidae, Ichneumonidae, Rhopalocera, Scarabaeidae, Staphylinidae.</i>	Riqueza, abundancia, estrato	Villarreal <i>et al.</i> , 2004; Biological Survey of Canada, 1994
Trampas Malaise (M)	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	<i>Araneae, Carabidae, Chrysomelidae, Cicadellidae, Curculionidae, Ichneumonidae.</i>	Riqueza, abundancia, estrato	Biological Survey of Canada, 1994; Townes, 1972
Trampas canopy Malaise o Malaise aéreas (X↑ - X↓)	Arbóreo	Sierra (bosques) y selva	<i>Araneae, Carabidae, Chrysomelidae, Cicadellidae, Curculionidae, Formicidae, Ichneumonidae, Scarabaeidae.</i>	Riqueza, abundancia, estrato	Basset <i>et al.</i> , (1997); Biological Survey of Canada, 1994
Trampas Pantraps amarillas / Moericke	Suelo, herbáceo	Costa, sierra y selva	<i>Chrysomelidae, Cicadellidae, Ichneumonidae, Staphylinidae.</i>	Riqueza, abundancia, estrato	Biological Survey of Canada, 1994
Extractores Winkler o Moczarsky-Winkler (W)	Suelo	Sierra (bosques) y selva	<i>Carabidae, Formicidae, Opiliones, Staphylinidae.</i>	Riqueza, abundancia, estrato	Agosti y Alonso, 2003; Agosti <i>et al.</i> , 2000; Alonso y Agosti 2000; Villarreal <i>et al.</i> , 2004
Trampa de luz (L)	Suelo, herbáceo y arbóreo	Costa, sierra y selva	<i>Araneae, Carabidae, Cicadellidae, Ichneumonidae,</i>	Riqueza, abundancia	Villarreal <i>et al.</i> , 2004

Método	Estrato de registro	Ubicación geográfica	Aplicación por grupo recomendado*	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Muestreo pasivo					
			<i>Scarabaeidae.</i>		

2.5.2.2.8 Control de calidad del muestreo

Elegir uno de los métodos descritos en la sección 2.0 y aplicarlo para los registros de insectos y otros artrópodos. Como mínimo se realizará una curva de acumulación general, y en la medida que sea posible, una para cada unidad de vegetación.

Adicionalmente, dada la complejidad para la identificación de especies, la empresa responsable del estudio considera y asegurar en el presupuesto la contratación de especialistas para la identificación de las muestras, así como de personal entrenado y material para el montaje y preservación de por lo menos vouchers o el 20% de las muestras obtenidas.

2.5.2.2.9 Colecta de muestras y determinación taxonómica

Debido al tamaño que presentan los artrópodos, los caracteres taxonómicos que permiten su identificación son difíciles de estudiar en campo, por lo cual, la mayoría de las veces, es necesario coleccionar los individuos capturados. Las muestras, una vez tratadas y clasificadas, son depositadas en instituciones científicas nacionales depositarias de material biológico registrada ante el SERFOR.

Es importante que la determinación taxonómica de los especímenes obtenidos se realice al nivel más inferior de la jerarquía taxonómica como sea posible, idealmente en el de especies. Si han de usarse unidades taxonómicas reconocibles (RTU), morfoespecies o sistemas similares, estos son considerados como resultados preliminares con fines de determinar una riqueza estimada de la entomofauna del área de estudio; asimismo, las asignaciones son registradas con especímenes *voucher* debidamente ingresados en una colección entomológica de investigación.

Para uniformizar la taxonomía en grandes grupos, se sugiere basarse en la publicación de Triplehorn y Johnson 2005.

2.5.2.3 Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.5-4 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de los datos de insectos y otros artrópodos que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en el campo por unidad de vegetación y considerando la estacionalidad. Estas variables son complementarias a las indicadas en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los hábitats presentes en el área de estudio.

Tabla 2.5-4: Variables de análisis específicas para la línea base de insectos y otros artrópodos

Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Composición	Estructura o composición de la comunidad, proporción de especies en las familias presentes en las unidades de vegetación	Describe la conformación de la comunidad de artrópodos en relación con la proporción de especies por familias presentes por hábitat, y variaciones de especies dentro de las familias.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999.	<p>EI: Cambios en la composición de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto.</p> <p>PMO: Comparación de la composición durante el monitoreo.</p>
Abundancia	Abundancia relativa (%)	La cantidad o el número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total de todas las especies en una unidad.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; De la Gálvez Murillo y Pacheco, 2009.	<p>EI: Variación de la abundancia relativa de las especies representativas en las unidades de vegetación del área de estudio.</p> <p>PMO: Comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.</p>
Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	La probabilidad de encontrar uno o más individuos de una especie en la unidad de muestreo. La relación de la frecuencia absoluta de una especie entre el total de ocurrencias de todas las especies.	Moreno, 2001; Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999.	PMO: Comparación de frecuencia de registro durante el monitoreo.
Especies con usos potenciales	Inventario de especies con usos potenciales	La información de insectos útiles o con potencial uso por parte de los pobladores locales.	Entrevistas a personas locales.	<p>EI: Afectación de especies con usos potenciales.</p> <p>PMA: Planes de manejo para especies con usos importantes para la población.</p> <p>PMO: Comparación de la presencia de especies con usos potenciales durante el monitoreo.</p>

2.5.3 REPRESENTACIÓN ESPACIAL

La línea base de insectos y otros artrópodos incluirá lo indicado en la sección 2.0.

BOX 4. RECOMENDACIÓN PARA INSECTOS Y OTROS ARTRÓPODOS

Tabla 2.5-5: Esfuerzo sugerido de muestreo y método de colecta para insectos y otros artrópodos

Grupo taxonómico	Metodología	Región Natural ^a				Esfuerzo sugerido por estación de muestreo	Horario
		Costa	Andina	Yunga	Tropical		
Insectos y otros artrópodos ^b	Trampas pitfall cebadas	X	X	X	X	10	24 h
	Trampas pitfall sin cebo	X	X	X	X	10	24 h
	Pantraps (Moreicke)	X	X	X	X	10	24 h
	Trampas de luz	X	X	X	X	1	6 h
	Trampa de campana	X				3	24 h
	Trampa malaise	X				1	24 h
	Captura directa	X	X	X	X	1	1 h

^a Regiones y formaciones vegetales (MINAM, 2015): **Región Costa:** Tillandsial y Lomas, Bosque seco ribereño, Bosque seco tipo sabana, Bosque seco de piedemonte, Bosque seco de lomada, Bosque seco de colina baja, Bosque seco de colina alta, Bosque seco de montaña, Manglar y Bosque subhúmedo de montaña. **Región Andina:** Bosque relicto mesoandino, Bosque relicto mesoandino de coníferas, Bosque montano occidental andino, Bosque relicto altoandino, Jalca, Páramo, Pajonal andino y Bofedal, Matorral andino y Cardonal. **Yunga o selva alta:** Bosque de terraza baja basimontano, Bosque de terraza alta basimontano, Bosque inundable de palmeras basimontano, Bosque de palmeras de montaña montano, Bosque de montaña basimontano, Bosque de montaña montano, Bosque de montaña altimontano, Bosque xérico interandino, Bosque de montaña basimontano con paca, Matorral esclerófilo de montaña montano, Matorral arbustivo altimontano, Sabana xérica interandina. **Tropical o Selva baja:** Bosque inundable de palmeras, Bosque de terraza inundable por agua negra, Bosque de llanura meándrica, Bosque de terraza baja, Bosque de terraza alta, Bosque de terraza baja con castaña, Bosque de colina baja con shiringa, Bosque de terraza alta con castaña, Bosque de colina baja con castaña, Bosque de colina baja, Bosque de colina alta, Vegetación esclerófila de arena blanca, Bosque de colina alta del Divisor, Bosque de montaña, Bosque semidecuido de montaña, Bosque de terraza baja con paca, Bosque de terraza alta con paca, Bosque de colina baja con paca, Bosque de colina alta con paca, Bosque de montaña con paca, Pacal, Herbazal hidrofítico y Sabana hidrofítica de palmeras.

^b Para la evaluación de mamíferos menores terrestres, insectos y otros artrópodos en zonas de estudios donde haya la formación vegetal tipo bosque para la región Tropical se realizará evaluación por 48 horas. En el caso de insectos, combinar las trampas de pitfall (cebadas y no cebadas) con las amarillas en un solo transecto.

2.5.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agosti, D. y Alonso, L. E. (2003). El Protocolo ALL: un estándar para la colección de hormigas del suelo. En F. Fernández (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 415-418.
- Agosti, D., Majer, J. D., Alonso, L. E. y Schultz, T. R. (2000). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Alonso, L. E. y Agosti, D. (2000). Biodiversity studies, monitoring of ants: an overview. En D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso y T. R. Schultz (Eds.). *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press. 1-9.

- Batista-da-Silva, J., Moya-Borja, G., Pinto, R. y Maria de Carvalho, M. (2011). Abundance and richness of Calliphoridae (Diptera) of public health importance in the Tinguá Biological Reserve, Nova Iguaçu (RJ), Brazil. *Entomotropica* 26 (3), 137-142.
- Bess, E.C., R.R. Parmenter, S. McCoy, y M.C. Molles. 2002. Responses of a riparian forest-floor arthropod community to wildfire in the middle Rio Grande Valley, New Mexico. *Environmental Entomology* 31: 774-784.
- Basset, Y., Springate, N. D., Aberlenc, H. P. y Delvare, G. (1997). A review of methods for sampling arthropods in tree canopies. En N. E. Stork, J. Adis y R. K. Didham (Eds.), *Canopy Arthropods*. Londres, Inglaterra: Chapman & Hall. 27-52.
- Biological Survey of Canada (1994). *Terrestrial arthropod biodiversity: Planning a study and recommended sampling techniques*. Supplement to the *Bulletin of the Entomological Society of Canada*, 1-33.
- Cardoso, P., Crespo, L. C., Carvalho, R., Rufino, A. C. y Henriques, S. S. (2009). Ad-hoc vs. standardized and optimized arthropod diversity sampling. *Diversity* 1, 36-51.
- Castañeda, L., Arellano, G. y Sanchez, E. (2007). Efecto de una quema controlada en los artrópodos epigeos en la SAIS Túpac Amaru, Junín-Perú. *Ecología Aplicada* 6(1, 2), 47-58.
- Couturier, G. (1992). Conocimiento y manejo de los insectos y plagas de los frutales de la Amazonía. *Folia Amazonica* 4, 29-37.
- De la Gálvez Murillo, E. y Pacheco, L. F. (2009). Abundancia y estructura poblacional de *Liolaemus signifer* (Liolaemidae-Lacertilia-Reptilia) en zonas con y sin extracción comercial en el Altiplano de Bolivia. *Tropical Conservation Science* 2(1), 106-115. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/194008290900200110>
- Fernández, F. (2003). *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Fernández, F. y Sharkey, M. J., eds. (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Bogotá, Colombia: Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia.
- Footitt, R. G. and P. H. Adler (Eds.). 2009. *Insect Biodiversity: Science and Society*. Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.
- Fisher B., Malsch A., Gadagkar R., Delabie, J., Vasconcelos, H. y Majer, J. (2000). Applying the ALL Protocol: Selected Case Studies. En D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso y T. R. Schultz (Eds.). *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press. 207-214.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology* (2.a edición). Menlo Park: Benjamin Cummings.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton: Princeton University Press.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Vol. 1. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Murillo, E. y Pacheco, L. (2009). Abundancia y estructura poblacional de la lagartija jararank'o *Liolaemus signifer* (Liolaemidae) en zonas con y sin extracción. *Tropical Conservation Science*. 2.106-115.
- Palacio, E. y Whal, D. (2006). Familia Ichneumonidae. En Fernández, F. y Sharkey, M. J., eds., *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical* (pp. 293-330). Bogotá, Colombia: Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia.

- Ramírez, D., Pérez, D., Sánchez, E. y Arellano, G. (2002). Esfuerzo de muestreo para la evaluación de la diversidad colectada en pit-fall en la Reserva Nacional de Lachay-Perú. *Ecología Aplicada* 1(1), 37-42.
- Silva, D., Santisteban, J., Valencia, G., Figueroa, L. y Ochoa, J. A. (2011). *Lineamientos básicos para el diseño y levantamiento de información de línea base en artrópodos. Lachay*, Lima: SERNANP-DGANP, Taller para la Elaboración de Lineamientos de Inventarios de Diversidad Biológica en Áreas Naturales Protegidas.
- Townes, H. (1972). A light-weight Malaise trap. *Entomology News* 83 (9), 239-247.
- Triplehorn, C.A. y N.F Johnson. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Thomson Brooks/Cole, USA, 864 pp., Seventh Edition.
- Upton, M. S. (1991). *Methods for collecting, preserving and studying insects and allied forms*. Brisbane, Australia: The Australian Entomological Society.
- Villarreal H., Alvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umana, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad*. Bogota, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

2.6 HIDROBIOLOGÍA CONTINENTAL

2.6.1 ALCANCE

En el caso de los proyectos cuya área de estudio incluya total o parcialmente cuerpos de agua o ecosistemas acuáticos continentales, como parte de la línea base, se caracteriza el componente “hidrobiología continental”; es decir, las aguas continentales, tanto lóaticas como lénticas, que albergan una serie de organismos agrupados en comunidades. Estos organismos desempeñan roles importantes como productores (fitoplancton, algas filamentosas, macrofitas), consumidores primarios, secundarios, terciarios (zooplancton, zoobentos, necton), descomponedores (bacterias, hongos, y algunos organismos del zoobentos).

Se tendrá en cuenta los siguientes conceptos:

- **Ecosistema acuático léntico:** aquel ecosistema en el cual el flujo de agua es reducido o nula (lagos, lagunas, conchas, embalses, bofedales y humedales).
- **Ecosistema acuático lóatico:** aquel ecosistema en el cual el flujo de agua constante (ríos, quebradas y arroyos).
- **Fitoplancton:** microalgas que viven flotando en la columna de agua, y cuya capacidad natatoria no logra nunca superar la inercia de las corrientes. Son organismos autótrofos capaces de realizar la fotosíntesis. Su importancia es fundamental, dado que son considerados los productores primarios, por lo cual eslabones principales de la red trófica acuática.
- **Zooplancton:** se refiere al conjunto de organismos heterótrofos que componen el plancton. Entre ellos se pueden encontrar organismos herbívoros, carnívoros y omnívoros.
- **Perifiton:** algas bentónicas que crecen adheridas a materiales sumergidos en el agua –como arena, madera o roca– e incluso sobre otros organismos, formando lo que se conoce como *algas biodermas*. La comunidad está constituida principalmente por productores primarios –organismos vegetales– y, en menor proporción, organismos de heterótrofos. Su importancia radica en su capacidad bioindicadora de la calidad del agua.
- **Macrófitas:** plantas acuáticas con formaciones regularmente estables. Su importancia en el medio acuático radica en ser la fuente de oxígeno, constituir protección para las orillas contra el efecto erosivo de las corrientes, y servir de refugio y alimento para el macrobentos y/o necton.
- **Macroinvertebrados bentónicos (macrobentos):** organismos de tamaños superiores a 0,5 mm de longitud. Se caracterizan por vivir sobre el fondo de los ambientes acuáticos –lagos, ríos, quebradas–, enterrados en el sustrato, o sobre rocas y troncos sumergidos, adheridos a vegetación flotante o enraizada, así como desplazarse libremente sobre la superficie del agua.
- **Necton:** comprende a peces, generalmente ectotérmicos con respiración branquial. Suelen encontrarse recubiertos por escamas, y dotados de aletas, que favorecen su desplazamiento en el agua. Se ubican en los niveles más altos de la cadena trófica en los ecosistemas acuáticos y en muchos casos presentan una importancia socioeconómica por ser fuente de alimento.
- **Algas filamentosas.**

2.6.2 METODOLOGÍA

2.6.2.1 Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo, se tiene que consultar la información disponible del área de estudio, incluida en estudios ambientales y científicos realizados dentro de la misma área y/o áreas cercanas. Además de lo mencionado en la sección 2.0, se consulta estudios específicos sobre algún recurso o condición ambiental del área, tal como la distribución de especies de peces mencionada en Ortega *et al.* (2012), la cartografía y estudios realizados por instituciones científicas, universidades, etcétera.

2.6.2.2 Trabajo de campo

2.6.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Además de seguir lo indicado en la sección 2.0, se identifica la red hidrográfica, así como la ubicación y descripción de los diferentes ecosistemas acuáticos –lénticos y lóticos– existentes en el área de estudio del proyecto. Además, con el apoyo de la teledetección y referencias bibliográficas, se describen las características hidrográficas más importantes de los ambientes evaluados, tales como cuenca, cauce, caudal y pendiente.

2.6.2.2.2 Ubicación de las estaciones de muestreo

Además de lo indicado en la sección 2.0, se realizará lo siguiente para la ubicación de las estaciones de muestreo en campo:

- Identificar, mediante comunicación con los pobladores locales o registros fotográficos, las posibles fuentes de contaminantes –natural, antropogénico, etcétera– existentes en el ámbito de estudio del proyecto para la caracterización del área de estudio.
- Identificar zonas representativas con la mayor presencia de microhábitats disponibles para el desarrollo de organismos acuáticos.
- Considerar estaciones de muestreo ubicadas aguas arriba y aguas abajo de los componentes del proyecto –para identificar, por ejemplo, vertimientos de aguas residuales–.
- Adicionalmente, se tomará en cuenta la ubicación de las estaciones de muestreo o monitoreo de calidad de agua, con el fin de poder correlacionar la información biológica.

2.6.2.2.3 Unidad de muestreo

La unidad de muestreo (UM) dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar, según el organismo acuático y las características del cuerpo de agua o tramo que se esté evaluando. Este será elegido por su representatividad –de hábitats– y accesibilidad.

2.6.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

Para la determinación del esfuerzo de muestreo, se tendrán en cuenta características del área de estudio –costa, sierra, selva– y el tipo de ecosistema acuático. Asimismo, lo indicado en la tabla 2.6-1, que incluye procedimientos establecidos por el MINAM (2014).

Tabla 2.6-1: Ejemplos de esfuerzo de muestreo sugerido para las diferentes comunidades hidrobiológicas.

Comunidad	Técnica de análisis	Método	Esfuerzo estimado
Fitoplancton	Cuantitativo y cualitativo	Muestras concentradas (filtrado mediante redes de 20 micras)	4-5 réplicas (20-40 litros)
Zooplancton	Cuantitativo y cualitativo	Muestras concentradas (filtrado mediante redes de 70 micras)	4-5 réplicas (80-100 litros)
Perifiton* (algas y microorganismos heterótrofos)	Cuantitativo y cualitativo	Raspado en sustratos disponibles	3-4 réplicas de (5 x 5) 25 cm ²
Macrófitas**	Cuantitativo y cualitativo	Colecta en transectos con empleo de un cuadrante (25 cm lado)	Transecto de 10 m de largo
Macrobentos***	Cualitativo	Colecta mediante redes (red D-net)	(10 m a lo largo de cada orilla)
	Cualitativo	Colecta mediante redes (red de mano o pantalla)	(6 m aprox.)
	Cuantitativo	Colecta mediante redes (red Surber)	5 réplicas de 30 x 30 cm
	Cuantitativo	Draga	3 a 5 réplicas de área de la draga en m ² ****
Necton (peces)	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante redes (redes de arrastre)	Número de lances

* Ahí donde la disponibilidad del agua de los ecosistemas lénticos sea demasiado reducida como para permitir la colecta de fitoplancton y zooplancton, se colectará, a manera de referencia, una muestra compuesta de perifiton conformada por cuatro réplicas, cada una de 5 x 5 cm (25 cm² de área).

** Metodología disponible en Kent y Coker (1992) y Gómez *et al.* (2017).

*** En el caso de ambientes de selva, el número de unidades muestrales puede incrementarse dependiendo de los microhábitats que permitan una caracterización representativa de la comunidad.

**** Para la selección de la zona por evaluar, se considerará la profundidad del cuerpo del agua.

2.6.2.2.5 Estacionalidad

Para la evaluación de los organismos acuáticos, se sugiere realizar los muestreos durante los meses correspondientes a las temporadas de mayor y menor precipitación –o humedad–, que corresponden, respectivamente, a las temporadas de mayor y menor caudal.

2.6.2.2.6 Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta se tomarán en cuenta, además de los indicados en la sección 2.0:

Datos generales

- Nombre de la cuenca/subcuenca.

- Tipo de ecosistema (léntico, lótico).
- Nombre del cuerpo de agua.
- Ubicación política: departamento, provincia, distrito, localidad.

Datos específicos del cuerpo de agua

Ecosistemas lóticos

- Ancho promedio del cauce del cuerpo de agua evaluado.
- Ancho promedio del espejo de agua evaluado.
- Profundidad de muestreo promedio.
- Hábitat muestreado (%): caídas, cascadas, rápidos, corridas, pozas, corridas, etcétera.
- Tipo de sustrato y composición porcentual.
- Color aparente del agua.
- Área de muestreo.
- Altura y pendiente promedio de las orillas.
- Tipo de refugios disponibles (%).
- Porcentaje de cobertura de sombra.
- Parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez).
- Observaciones (evaluación visual del grado de conservación y de las principales actividades antropogénicas que pudieran afectar al cuerpo de agua).
- Características de las orillas (%): vegetación ribereña, tierra erosionable, rocas, etcétera.
- Identificación de las zonas de aprovechamiento de recursos hidrobiológicos.
- Áreas de reproducción y hábitats de interés ecológico para especies migratorias.

Ecosistemas lénticos

- Perímetro y área del cuerpo de agua.
- Profundidad promedio (más frecuente) y en el centro del cuerpo de agua.
- Estudio batimétrico, dependiente del tipo de proyecto.
- Características de las orillas (%): vegetación ribereña, tierra erosionable, rocas, etcétera.
- Color aparente del agua.
- Transparencia (empleo de disco Secchi).
- Altura y pendiente promedio de las orillas.
- Parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez), en la zona de superficie y fondo.
- Observaciones (evaluación visual del grado de conservación y de las principales actividades antropogénicas que pudieran afectar al cuerpo de agua).

Datos específicos de las muestras colectadas

Fitoplancton y zooplancton

- Volumen filtrado.
- Volumen colectado.
- Profundidad de la muestra colectada.
- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Condición aparente del agua.

Macrófitas

- Área muestreada.
- Número de transectos.
- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Condición del área muestreada (tipo de sustrato, hábitat).

Macrobentos

- Área muestreada.
- Condición del área muestreada (tipo de sustrato, hábitat).
- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Datos del evaluador.

Necton

- Tipo de arte de pesca (redes, anzuelos, etcétera.).
- Esfuerzo de pesca: tiempo, número de lances, tiempo de espera.
- Indicación de especie: nativa, naturalizada, exótica, invasora.
- Especies con uso potencial; información proporcionada por pobladores locales e información obtenida de referencias bibliográficas.

2.6.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación de los organismos acuáticos se realizará un muestreo aleatorio simple, es decir que cada individuo tenga la misma probabilidad de ser capturado. La aplicación del tipo de muestreo considera aspectos de accesibilidad, seguridad y ubicación respecto a los componentes del proyecto. Antes de la evaluación, se considera lo siguiente:

- Para ecosistemas lénticos, considerar la evaluación cualitativa y cuantitativa de plancton (fitoplancton y zooplancton), macrobentos, perifiton, macrófitas y necton.
- Para ecosistemas lóticos, considerar la evaluación cualitativa y cuantitativa de perifiton, macrobentos, peces y macrófitas. Esto último en caso de que la presencia de la comunidad sea representativa o que se cuente con información referencial para el área de estudio.
- La medición de parámetros fisicoquímicos y plancton será realizada previamente a la evaluación de las otras comunidades, a fin de evitar la remoción del sustrato.
- Las muestras colectadas son identificadas por especialistas de cada comunidad biológica. Los especialistas pertenecerán a laboratorios de instituciones especializadas o laboratorios de instituciones acreditadas.
- Es preciso identificar las especies nativas y/o exóticas para el consumo humano, su importancia económica y los bioindicadores de ecosistemas acuáticos. Además, se indica aquellas especies acuáticas claves para futuros estudios de índole ambiental.
- Cuando el proyecto prevea verter aguas residuales que contengan metales pesados hacia un cuerpo de agua y, además, en el área de estudio se presente consumo humano o aprovechamiento comercial de peces u otras especies hidrobiológicas, se realiza un estudio de caracterización del contenido estomacal y contenido de metales –principalmente arsénico, cadmio, cromo, cobre, magnesio, plomo y zinc– en el tejido muscular de las principales especies de peces. Asimismo, se realizará una comparación referencial de las concentraciones con los estándares nacionales o, en su defecto, internacionales disponibles para las especies evaluadas, tales como Canadian Food Inspection Agency (2014) y Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (2013).

Las evaluaciones de las comunidades acuáticas se realizarán de acuerdo con los procedimientos establecidos en las tablas 2.6-2 y 2.6-3.

2.6.2.2.8 Control de calidad del muestreo/monitoreo

Dependiendo de la taxa evaluada –como plancton, perifiton y macrobentos–, así como de las características del área de estudio, puede realizarse la curva de acumulación de especies, con el objetivo de verificar si el esfuerzo de muestreo empleado ha sido el suficiente para conseguir un inventario fiable de la riqueza del área.

2.6.2.2.9 Colecta de muestras y determinación taxonómica

Las muestras una vez analizadas y clasificadas, son depositadas en colecciones científicas de instituciones nacionales reconocidas, tales como museos de universidades o entidades de investigación.

En caso de que se cuente con data histórica, se realizará una actualización taxonómica de los organismos registrados. Pueden emplearse para ello guías electrónicas para el fitoplancton y perifiton como Algaebase (www.algaebase.org).

Tabla 2.6-2: Métodos de evaluación para las comunidades hidrobiológicas en los ecosistemas acuáticos continentales

Comunidad	Técnica de análisis	Método	Tipo de medición	Ubicación geográfica	Tipo de ecosistema acuático	Principales datos medidos en el campo	Referencias
Plancton (fitoplancton y zooplancton)	Cuantitativo y cualitativo	Muestras concentradas (filtrado mediante redes de 20 micras) y el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (en sus diversas ediciones).	Volumen	Costa, sierra y selva.	Laguna, cocha y humedales	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
Fitoplancton*	Cuantitativo y cualitativo	Filtrado en superficie de un volumen de agua determinado (100 L aproximadamente). Empleo de red estándar de 20 micras.	Volumen	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada, laguna, cocha y humedales	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
Zooplancton	Cuantitativo y cualitativo	Filtrado en superficie de un volumen de agua determinado (100 L aproximadamente). Empleo de red estándar de 70 micras.	Volumen	Costa, sierra y selva.	Rio y quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014

Comunidad	Técnica de análisis	Método	Tipo de medición	Ubicación geográfica	Tipo de ecosistema acuático	Principales datos medidos en el campo	Referencias
	Cuantitativo y cualitativo	Filtrado en toda la columna de agua, desde el fondo del cuerpo de agua hasta la superficie. Empleo de red estándar de 70 micras.	Volumen	Empleo de red estándar de 70 micras	Laguna, cocha y humedales	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
Perifiton** (algal y microorganismos heterótrofos)	Cuantitativo y cualitativo	Raspado en sustratos disponibles.	Área	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
Macrofitas	Cualitativo	Colecta en transectos, con empleo de un cuadrante de 0,25 cm de lado.	Cobertura	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada	Cobertura	Kent y Coker, 1992; Gomez <i>et al.</i> , 2017
Macrobenetos	Cualitativo	Colecta mediante redes (red D-net).	Área	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada, laguna, cocha y humedales	Riqueza	MINAM, 2014
	Cualitativo	Colecta mediante redes (red de mano o pantalla).	Área	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada, laguna, cocha y humedales	Riqueza	MINAM, 2014
	Cualitativo	Colecta mediante redes (red Surber).	Área	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
	Cualitativo	Draga.	Área	Costa, sierra y selva.	Laguna, cocha y humedales	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
Necton (peces)	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante red de espera	Área***	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante red de espera.	Área***	Costa, sierra y selva.	Remanso de los ríos, laguna, lago y embalse	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante redes (red Cal-cal).	Área***	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014
	Cuantitativo y cualitativo	Colecta mediante redes (atarraya).	Área***	Costa, sierra y selva.	Rio, quebrada laguna, lago y embalse	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014

Comunidad	Técnica de análisis	Método	Tipo de medición	Ubicación geográfica	Tipo de ecosistema acuático	Principales datos medidos en el campo	Referencias
	Cuantitativo y cualitativo	Pesca eléctrica.	Área***	Costa, sierra y selva.	Rio y quebrada altoandinos	Riqueza y abundancia	MINAM, 2014

* Evaluación de fitoplancton en ecosistemas lóticos, evaluados con mayor frecuencia en ambientes de selva baja.

** En los casos en los que la disponibilidad del agua de los ecosistemas lóticos sea reducida para permitir la colecta de fitoplancton y zooplancton, se colectará una muestra compuesta de perifiton conformada por tres réplicas, cada una de 5 x 5 cm (25 cm² de área).

*** Para las evaluaciones de campo para peces (longitud mínima del tramo de muestreo), se considera el ancho de río (siguiente tabla: 2.6-3).

Tabla 2.6-3: Longitud mínima recomendada para el tramo del cuerpo de agua evaluado, durante el muestreo de peces

Ancho de río	Longitud mínima de muestreo	Ancho mínimo de muestreo	Abundancia
< 5 m	20 metros	Completa	Absoluta
< 5 - 15 m	50 metros	Completa	Absoluta
< 15 m	> 50 metros	Margen fluvial	Relativa

Fuente: MINAM, 2014

La determinación de especímenes y la nomenclatura es contrastada con la versión más actual de bases mundiales referenciales, como las descritas en la tabla 2.6-4.

2.6.2.3 Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.6-5 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de las comunidades acuáticas que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en campo por cuenca/subcuenca y considerando estacionalidad. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo al contexto del proyecto y los ecosistemas presentes en el área de estudio.

Tabla 2.6-4: Referencias bibliográficas y bases de datos referenciales para determinar la identificación taxonómica de las comunidades acuáticas

Comunidad acuática	Referencias bibliográficas
--------------------	----------------------------

Comunidad acuática	Referencias bibliográficas
Plancton y perifiton	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bellinger y Sigeo, 2010 ▪ Bicudo y Somus, 1982 ▪ Bicudo y Menezes, 2006 ▪ Bourrelly, 1981 ▪ Camburn y Charles, 2000 ▪ Dumont y Negrea, 2002 ▪ Dussart y Defaye, 1995 ▪ Fott, B., 1972 ▪ Geitler, L., 1932 ▪ Guiry y Guiry, 2017 ▪ Hegewald y Silva, 1988 ▪ Krammer y Lange-Bertalot, 1997 ▪ Krammer y Lange-Bertalot, 2000 ▪ Krammer y Lange-Bertalot, 2004 ▪ Krammer y Lange-Bertalot, 2008 ▪ Komárek y Anagnostidis, 1989 ▪ Komárek y Anagnostidis, 1999 ▪ Komárek y Anagnostidis, 2005 ▪ Metzeltin, Lange-Bertalot y Garcia-Rodríguez, 2005 ▪ Morales y Vis, 2007 ▪ Ortega, Samanez, Castro, Hidalgo y Salcedo, 1998 ▪ Ortega, Chocano, Palma y Samanez, 2010 ▪ Paggi, 1998 ▪ Prescott, 1975 ▪ Ramanathan, 1964 ▪ Reid, 1995 ▪ Reynolds, 2006 ▪ Ruttner-Kolisko, 1974 ▪ Samanez, 1979 ▪ Samanez y López, 2014 ▪ Segers, 1995 ▪ Tell y García, 1986
Macrofitas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garcia, Fernandez y Cirujano, 2009
Macrobentos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dominguez y Fernandez, 2009 ▪ Heckman, 2001 ▪ Manzo, 2005 ▪ Roldan, 1988 ▪ Roldan, 1996 ▪ Roldan, 2003
Necton	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gery, 1977 ▪ Ferraris, 2007 ▪ Ortega et al., 2012 ▪ Reis, Kullander y Ferraris, 2003

Tabla 2.6-5: Variables de análisis para la línea base de hidrobiología continental

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Hábitat fluvial	Calidad del hábitat	<ul style="list-style-type: none"> IHF 	<ul style="list-style-type: none"> La calidad del hábitat de los ríos altoandinos en relación con la heterogeneidad de hábitats y la diversidad de componentes biológicos. 	Pardo <i>et al.</i> , 2002	PMO: Comparación con valores registrados en evaluaciones previas.
Fitoplancton / zooplancton	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Densidad Riqueza Abundancia relativa (%) 	<ul style="list-style-type: none"> Número estimado de células/organismos por volumen muestreado. El número de especies. La composición (%) de los principales grupos taxonómicos. 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: Comparación de valores de densidad, riqueza, diversidad y abundancia relativa durante el monitoreo.
Perifiton	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Densidad Riqueza Abundancia relativa (%) 	<ul style="list-style-type: none"> Número estimado de células/organismos por área muestreada (cm²). El número de especies. La composición (%) de los principales grupos taxonómicos 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: Comparación de valores de densidad, riqueza, diversidad y abundancia relativa durante el monitoreo.
Macrobentos	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Densidad Riqueza Abundancia relativa (%) 	<ul style="list-style-type: none"> Número estimado de individuos / 1 m². El número de especies. La composición (%) de los principales grupos taxonómicos. 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: Comparación de valores de densidad, riqueza, diversidad y abundancia relativa durante el monitoreo.
	Índices bióticos	<ul style="list-style-type: none"> EPT ABI BMWP* 	<ul style="list-style-type: none"> El estado ecológico 	Acosta <i>et al.</i> 2009; Ríos-Touma <i>et al.</i> , 2014; Alba-Tercedor, 1996; Carrera y Fierro, 2001.	El: Cambios en el índice biótico (EPT) en respuesta al desarrollo de un proyecto. PMO: Comparación en los valores de densidad, riqueza, diversidad, abundancia relativa e índices bióticos (EPT, BMWP, ABI) durante el monitoreo.
Peces	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Densidad Riqueza 	<ul style="list-style-type: none"> El número estimado de células/organismos por volumen 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001;	PMO: Comparación de valores de riqueza y abundancia durante el monitoreo.

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
			<p>muestreado.</p> <ul style="list-style-type: none"> El número de especies. La composición (%) de los principales grupos taxonómicos. 	Köhl <i>et al.</i> , 2006.	
	Abundancia relativa	CPUE	El número de individuos capturados realizando determinado esfuerzo (área de red, tiempo de espera, número de personas).	Gulland, 1964.	<p>EI: Cambios en el CPUE en respuesta al desarrollo de un proyecto.</p> <p>PMO: Comparación de valores de densidad durante el monitoreo.</p>
	Metales en tejido	Concentración de metales	La concentración de metales en los tejidos de los peces (comparada con guías de referencia).	Canadian Food Inspection Agency CFIA), 2014 Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria ANVISA), 2013.	PMO: Comparación de valores de densidad durante el monitoreo.
	Especies nativas, naturalizadas, exóticas, invasoras	Abundancia total Inventario georreferenciado	La información georreferenciada de especies	Ortega <i>et al.</i> , 2012	PMO: Comparación de presencia y abundancia durante el monitoreo.
Integridad biótica	IBI**	<ul style="list-style-type: none"> Riqueza o diversidad de especies. Los criterios que se consideran son: número de especies characiformes, siluriformes, gymnotiformes. Composición trófica de las especies. Los tres criterios que se consideran son: omnívoros, detritívoros y carnívoros. Abundancia y condición de los peces. Los tres criterios que se consideran son: número de individuos, individuos 	El grado en el que el hábitat mantiene una comunidad equilibrada, integrada y adaptada. El estado de conservación del ambiente acuático.	Ortega <i>et al.</i> , 2007, 2010.	PMO: Caracterización durante las evaluaciones.

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
		saludables, individuos no lesionados.			

Abreviaciones:

ABI: Andean Biotic Index

BMWP: Biological Monitoring Working Party

CPUE: Captura por unidad de esfuerzo

EPT: Porcentaje de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera

IBI: Index of Biological Integrity

IHF: Índice de Hábitat Fluvial

* Este índice presenta adaptaciones en los valores de sensibilidad de familias de macrobentos para las regiones de Colombia: BMWP/Col (Roldán, 2003) y Chile: ChBMWP (Figueroa, 2004), en relación con la ubicación del proyecto se selecciona la referencia adecuada.

** Aplicable en ambientes de selva.

2.6.3 REPRESENTACIÓN ESPACIAL

Los mapas hidrobiológicos incluirán lo siguiente:

- Red hidrográfica.
- Delimitación distrital, provincial y regional.
- Principales componentes del proyecto, incluyendo referencialmente los puntos de captación y vertimiento de agua.
- Estaciones de muestreo de organismos acuáticos continentales.
- Representación de las áreas donde se registran usos del recurso hídrico poblacional primarios, recreativos, acuícolas, pesqueros, agrícolas, ganaderos e industriales.

BOX 5. RECOMENDACIÓN PARA AGUAS CONTINENTALES

Tabla 2.6-6: Esfuerzo sugerido de muestreo y método de colecta para nutrias, tortugas dulceacuícolas, caimanes y aves semiacuáticas

Región natural	Horario	Búsquedas por Encuentros Visuales (VES)		
		Cantidad por estación	Distancia entre los VES	Duración
Selva	Diurno	5	50 m	30 min.
	Nocturno*			

* Aplicar recorridos nocturnos, adicional a los diurnos, para la evaluación de caimanes.

2.6.4

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R., Ríos-Touma, B., Rieradevall, M. y Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos Andinos (CERA) y su aplicación en dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica* 28 (1), 35-64.
- Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio del Agua en Andalucía, Almería II*. Society for Industrial and Applied Mathematics. 203-213.
- Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA) (2013). *Resolución directoral colegiada N.º 42. Reglamentos técnicos MERCOSUR sobre los límites máximos de contaminantes inorgánicos en alimentos*. URL: www.anvisa.org.br.
- Bellinger, E. y Sigeo, D. (2010). *Freshwater Algae: identification, enumeration and use as bioindicator*. Chichester, UK: Wiley-Blackwell.
- Bicudo, C. y Somus, L. (1982). Desmidióflorula Paulista II: Género Micrasterias C. Agardh ex Ralfs. *Biblioteca Phycologica* 57, 1-230, figs. 1-136.
- Bicudo, C. E. y Menezes, N. (2006). *Géneros de algas de aguas continentales do Brasil. Chave para identificação e descrições*. São Paulo, Brasil: RIMA.
- Bourrelly, P. (1981). *Les algues d'eau douce. Les algues jaunes et brune II*. París, Francia: Boubée.
- Camburn, D. y Charles, F., eds. (2000). *Diatoms of Low Alkalinity Lakes in the Northeastern United States*. Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 18. 1-152. Philadelphia. New York.
- Carrera, C. y Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Quito, Ecuador: Ecoeficiencia.
- Canadian Food Inspection Agency (CFIA) (2014). *Canadian guidelines for chemical contaminants and toxins in fish and fish products. Fish, Seafood and Production Division*. URL: www.inspection.gc.ca.
- Domínguez, E. y Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Dumont N. (2002). *Introduction to the class Branchiopoda*. Leiden: Backhuys.
- Dussart B. H. y Defaye, D. (1995). Copepoda. *Introduction to the Copepoda, vol 7*. The Hague: SPB Academic Publishing, 1-276.
- Ferraris, C. J. (2007). Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. *Zootaxa* 1418, 1- 300.
- Figueroa, R. (2004). *Calidad ambiental de la cuenca hidrográfica del río Chillan. VIII Región. Chile*. [Tesis Doctoral. Universidad de Malaga].
- Fott, B. (1972). Taxonomische Übertragungen und Namensänderungen unter den Algen. V. Tetrasporales. *Preslia* 44, 193-207.
- García, P., Fernández, R., Cirujano, S. (2009). *Habitantes del agua. Macrófitos*. Andalucía, España: Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente.
- Geitler, L. (1932). Cyanophyceae. En R. Kolkwitz (Ed.), *Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz* (pp. 1-1196). Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft.
- Géry, J. (1977). *Characoids of the world*. Neptune City: T. F. H. Publications.
- Gómez, A., Valderrama, L., Rivera, C. (2017). Comunidades de macrófitas en ríos altoandinos: composición y relación con factores ambientales. *Acta Biol. Colomb.* 22 (1), 45-58.
- Granados, D., Hernández, M. A., López, G. F. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y de Ambiente* 12(1), 55-69.
- Guiry, M. D. y Guiry, G. M. (2024). *AlgaeBase*. National University of Galway. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: <https://www.algaebase.org>

- Gulland, J. A. (1964). *Fish. Tech. Paper Manual of methods for fish stock assessment. Part I: Fish population analysis*. FAO. rev. 1. 40.
- Heckman, C. (2001). *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Collembola. Illustrated Keys to Known Families, Genera, and Species in South America*. S. I.: Springer.
- Hegewald, E. y Silva, P. C. (1988). Annotated catalogue of Scenedesmus and nomenclaturally related genera, including original descriptions and figures. *Bibliotheca Phycol.* 80, Berlín.
- Köhl, M., Magnussen, S. S. y Marchetti, M. (2006). *Sampling methods, remote sensing and GIS multiresource forest inventory*. Springer Science & Business Media. New York.
- Kent, M. y Coker, P. (1992) *Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach*. Universidad de Michigan, Wiley Blackwell. USA Hoboken.
- Komárek, J. y Anagnostidis, K. (1989). Modern approach to the classification system of cyanophytes 4-Nostocales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 82 (3), 247-345.
- Komárek, J. y Anagnostidis, K. (1999). Cyanoprokaryota 1. Teil/1st Part: Chroococcales. En B. Büdel et al. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Volume 19/1*. Jena. Federation of European Microbiological societies FEMS. 377-385
- Komárek J. y Anagnostidis, K. (2005). Cyanoprokaryota 2. Teil/2nd Part: Oscillatoriales. En B. Büdel et al. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Volume 19/2*. Springer. Jena.
- Krammer, K. (1997). *Die Cymbelloiden Diatomeen. Eine monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2, Encyonema part., Encyonopsis and Cymbellopsis*. J. Cramer. Berlin: Stuttgart.
- Krammer, K. (2000). The genus Pinnularia. En H. Lange-Bertalot (Ed.), *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 1*. ARG Gantner Verlag K. G.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2000). Bacillariophyceae. En *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2: Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2004). Bacillariophyceae. En *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2: Teil 4. Achnantheaceae, Navicula s. Str., Gomphonema*.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (2008). Bacillariophyceae. En *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2: Teil 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology*. Segunda edición. Menlo Park: Benjamin Cummings.
- Manzo, V. (2005). Key to the South America genera of Elmidae (Insecta: Coleoptera) with distributional data. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 40, 201-208.
- Merritt R., K. Cummins y M. Berg (2008). *An Introduction to the aquatic insects of North America* (4.a edición). Dubuque, IO: Kendall Hunt Publishing Company.
- Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H. y Garcia-Rodríguez, F. (2005). *Diatoms of Uruguay. Iconografía Diatomológica*. Stuttgart. H. Lange-Bertalot.
- MINAM (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Lima: MINAM.
- Montaña, C., Cárdenas, N. y Herrera, Y. (2013). Caracterización de la comunidad macrófitas acuáticas en lagunas del páramo de la Rusia (Boyacá-Colombia). *Revista Ciencia en Desarrollo* 4 (2), 73-82.
- Morales, E. A. y Vis, M. (2007). Epilithic diatoms (Bacillariophyceae) from cloud forest and alpine streams in Bolivia, South America. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 126, 123-155.
- MUSM-MHN (2014). *Métodos de Colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Lima: Departamento de Limnología e Ictiología del

Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos / Ministerio del Ambiente.

- Ortega, H., Samanez, I., Castro, E., Hidalgo, M. y Salcedo, N. (1998). Protocolos sugeridos para la evaluación y monitoreo de sistemas acuáticos del Bajo Urubamba, Perú. *Biodiversity Assessment & Monitoring*, Smithsonian Institution/MAB Series 2, 278-280.
- Ortega, H., Hidalgo, M., Salcedo, N., Castro, E. y Riofrío C. (2001). Diversity and conservation of fish of the Lower Urubamba Region, Peru. En A. Alonso, F. Dallmeier y P. Campbell (Eds.), *Urubamba: Biodiversity of a Peruvian Rainforest* (pp. 143-150). SI/MAB Series #7. Washington, D. C.: Smithsonian Institution.
- Ortega, H., Rengifo, B., Samanez, I. y Palma, C. (2007). Diversidad y el estado de conservación de cuerpos de agua amazónicos en el nororiente del Perú. *Revista Peruana de Biología* 13(3), 185-194.
- Ortega, H., Chocano, L., Palma, C. y Samanez, I. (2010). Biota acuática en la Amazonía peruana: diversidad y usos como indicadores ambientales en el Bajo Urubamba (Cusco-Ucayali). *Revista Peruana de Biología* 17(1), 29-35.
- Ortega, H., Hidalgo, M., Giannina, T., Correa, E., Cortijo, A. M., Meza V. y Espino J. (2012). *Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú: estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación*. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Diversidad Biológica / Museo de Historia Natural, UNMSM.
- Paggi, J. C. (1998). Cladocera (Anomopoda y Ctenopoda). En S. Coscarón y J. J. Morrone (Eds.), *Biodiversidad de artrópodos argentinos*. La Plata: Ediciones Sur. 507 – 518. Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jaimez-Cuellar,
- P., Moya, G., Prat, N., Robles, S., Suarez, M. L., Toro, M. y Vidal-Abarca, M. R. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica* 21(3-4), 115-133.
- Prescott, G. W. (1975). *Algae of the Western Great Lakes Area* (edición revisada). Iowa: Brown Company.
- Ramanathan, K. R. (1964). *Ulotrichales*. Indian Council of Agricultural Research. Monographs on Algae. New Delhi.
- Reid, J. (1995). Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim Zoologia Universidade São Paulo* 9, 17-143.
- Reis, R. E., Kullander, S. O. y Ferraris, C. J. (2003). *Checklist of the freshwater fishes of South and Central America*. Portro Alegre: EDIPUCRS.
- Reynolds, C. (2006). *Ecology of phytoplankton (Ecology, Biodiversity and Conservation)*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Ríos-Touma, B., Acosta, C. y Prat, N. (2014). The Andean Biotic Index (ABI): revised tolerance to pollution values for macroinvertebrates families and index performance evaluation. *Revista de Biología Tropical* 62, 249-273.
- Roldán, G. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Bogotá, Colombia: Impreades Presencia. 216 p.
- Roldán, G. (1996). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: uso del método BMWP. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Ruttner-Kolisko, A. (1974). Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy. En *Die Binnengewässer*. Schweizerbarth. Stuttgart, Alemania.
- Samanez, I. (1979). Algas continentales del Perú II: Pucallpa y alrededores. *Boletín de Botánica Museo de Historia Natural, Serie B* (10), 1-54.

- Samanez, I. y López, D. (2014). Geographical distribution of Boeckella and Neobockella (Calanoida: Centropagidae) in Perú. *Revista Peruana de Biología* 21 (3), 223-228.
- Schwoerbel, J. (1970). *Methods of Hydrobiology* (Freshwater biology). Londres: Pergamon Press.
- Segers, H. (1995). Rotífera. Volume 2: The Lecanidae (Monogonta). En H. J. F. Dumont (Ed.). *Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. The Hague: SPB Academic Publishing.
- Tell, G. y García, V. (1986). *Euglenophyta pigmentadas de la Argentina*. Buenos Aires, Argentina: J. Cramer.

2.7 ECOSISTEMA MARINO

2.7.1 ALCANCE

En el caso de los proyectos cuya área de estudio incluya parcial o totalmente el ecosistema marino, como parte de la línea base se caracteriza el componente “organismos acuáticos”, es decir, las comunidades acuáticas representadas por los productores primarios (fitoplancton, pastos marinos y macroalgas) y secundarios (zooplancton y macroinvertebrados bentónicos), así como las comunidades de vertebrados (peces, tortugas y mamíferos marinos). Se tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- **Pastos marinos:** son plantas (angiospermas) acuáticas confinadas a ambientes marinos o estuarios someros por debajo de la superficie del agua. Presentan flores, hojas, rizoma –un tronco bajo la tierra, por lo general orientado de manera horizontal– y un sistema de raíces.
- **Macroalgas:** se refiere al grupo de plantas talofitas, unicelulares o pluricelulares, que viven en la columna de agua, adheridas por un rizoide a un sustrato duro. Como pigmento principal presentan a la clorofila, en ocasiones acompañada por otros pigmentos de colores variados que la enmascaran. El talo de las algas pluricelulares tiene forma de filamento, de cinta o de lámina y puede ser ramificado.
- **Fitoplancton:** microalgas que viven flotando en la columna de agua, y cuya capacidad natatoria no logra superar nunca la inercia de las mareas, las olas o las corrientes. Son organismos autótrofos capaces de realizar fotosíntesis. Su importancia es fundamental, dado que son considerados los productores primarios más importantes del océano.
- **Zooplancton:** conjunto de organismos heterótrofos que componen el plancton. Entre ellos se pueden encontrar organismos herbívoros, carnívoros y omnívoros.
- **Macroinvertebrados bentónicos (macrobentos):** animales invertebrados que viven sobre, enterrados en o por debajo de la superficie del agua, en un sustrato duro o blando. Como representantes se tiene a los crustáceos, los moluscos y los anélidos.
- **Peces:** animales vertebrados acuáticos, generalmente ectotérmicos –regulan su temperatura a partir del medioambiente– y con respiración branquial. Suelen encontrarse recubiertos por escamas y dotados de aletas, que favorecen su desplazamiento en el agua.
- **Tortugas marinas:** animales que forman parte de los quelonioideos (clasificación científica: familia Chelonioidea); son de sangre fría y habitan en todos los océanos. Son exclusivamente marinas, sola salen a tierra para anidar.
- **Mamíferos marinos:** vertebrados que poseen mamas y se han adaptado a la vida en el mar o dependen de este para su alimentación.

2.7.2 METODOLOGÍA

2.7.2.1 Revisión de información secundaria

Como primer paso, antes de los trabajos de campo se consulta la información previa disponible del área de estudio, tales como estudios ambientales y científicos realizados dentro de la misma área o en áreas cercanas. Además de lo mencionado en la sección 2.0, se consulta estudios específicos sobre algún recurso o condición ambiental del área y la cartografía –cartas náuticas, mapas, estudios batimétricos– obtenidos de instituciones científicas, universidades, entre otros.

2.7.2.2 Trabajo de campo

2.7.2.2.1 Planificación del trabajo de campo

Se sigue lo indicado en la sección 2.0. Los especialistas analizan las imágenes satelitales disponibles, las fotografías aéreas, la cartografía y los mapas batimétricos de la zona, para definir de manera preliminar la ubicación y distribución de las potenciales estaciones de muestreo.

2.7.2.2.2 Ubicación de estaciones de muestreo

La definición de dónde se ubicarán finalmente las estaciones de muestreo se realiza en campo. Es preciso tomar en consideración diversos aspectos limitantes, como la profundidad (evaluación estratigráfica), la distancia a la costa, la influencia de la descarga ribereña, el tipo de sustrato, la temporada del año y el diseño del estudio. Adicionalmente, se tiene en cuenta la ubicación de las estaciones de muestreo de calidad de agua, con el fin de poder correlacionar la información biológica con la abiótica.

La ubicación de las estaciones de muestreo variará para cada subcomponente, de acuerdo con el nivel trófico que ocupan: vegetación marina (pastos y macroalgas), plancton (microorganismos de la columna de agua), bentos, mamíferos marinos, reptiles marinos y peces, presenta criterios de distribución horizontal y vertical (distribución batimétrica¹⁰), el nivel ecorregional y el desplazamiento de las corrientes oceánicas, tomando como base el área de estudio.

2.7.2.2.3 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo (UM) dependerá de las variables o parámetros que se quieran evaluar. El número de estaciones de muestreo dependerá de las características del área, la cercanía a la costa, la profundidad, el tipo de sustrato, las dimensiones del área, el tipo de proyecto y el tipo de estudio. En el informe se explicará y justificará el número finalmente elegido.

2.7.2.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo dependerá del organismo acuático para evaluar, para lo cual se aplica una metodología estandarizada planteada mediante referencias bibliográficas o instrumentos ambientales aprobados en zonas similares al área de estudio. Se sigue las recomendaciones incluidas en la sección 2.0.

2.7.2.2.5 Estacionalidad

Si bien dependerá de las características climáticas del área de estudio y del tipo de proyecto, se recomienda que los organismos acuáticos sean evaluados en dos temporadas al año. Esto se debe al efecto del aporte de sedimentos arrastrados por los ríos, que varían en función de la temporada húmeda o seca, así como del efecto de la gradiente de temperatura del agua de mar –específicamente, de la temperatura superficial del mar– durante los meses más cálidos y fríos.

¹⁰ Profundidad

2.7.2.2.6 Datos de registro y colecta

Los siguientes datos de registro y colecta se suman a los indicados en la sección 2.0, según corresponda:

Para todos los grupos:

- Hora de evaluación (inicial y final) y del registro.
- Anotaciones adicionales: por ejemplos, registro de embarcaciones cercanas, tipo de pesca, condición aparente del agua (presencia de marea roja), entre otros.

Para macroalgas/pastos marinos:

- Tipo de ambiente evaluado (intermareal, submareal).
- Área de muestreo.
- Tipo y composición del sustrato.
- Profundidad del muestreo.
- Cobertura en porcentaje.
- Biomasa de especies por metro cuadrado.
- Composición de la comunidad de macroalgas / pastos marinos.

Para el fitoplancton:

- Tipo de muestra (superficie, fondo).
- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Volumen filtrado.
- Volumen colectado.
- Densidad de fitoplancton.
- Composición de la comunidad fitoplanctónica.
- Descripción de posibles especies indicadoras de condiciones ambientales.

Para el zooplancton:

- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Tipo de muestreo (en columna, en la superficie arrastrada).
- Volumen de agua filtrada.
- Volumen de muestra colectada.
- Densidad de organismos de zooplancton.
- Composición de la comunidad zooplanctónica.
- Composición del ictioplancton.
- Descripción de posibles especies indicadoras de condiciones ambientales.

Para el macrobentos:

- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Tipo de ambiente evaluado.
- Área de muestreo.
- Profundidad del muestreo.
- Tipo y composición del sustrato.
- Densidad de organismos por metro cuadrado.
- Composición de la comunidad de macrobentos.
- Descripción de posibles especies indicadoras de condiciones ambientales.

Para los peces:

- Tipo de arte de pesca (redes, anzuelos, etcétera).
- Esfuerzo de pesca (tiempo, área de la red, número de pescadores, número de cala).

- Sustancias o reactivos de fijación y preservación.
- Número de individuos registrados.
- Registro de longitud total (LT), longitud estándar (LS) y peso.
- Talla mínima de captura según lo establecido en la lista actualizada por PRODUCE (2017) y literatura especializada.

Para los mamíferos marinos:

- Número de milla náutica.
- Número de individuos registrados.
- Composición etaria (adultos y crías).
- Rutas migratorias en función a la estacionalidad.
- Estatus de protección según listado internacional (UICN).
- Especies migratorias, determinando si están incluidas en los apéndices de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS).
- En el caso específico de especies gregarias como los lobos marinos, se considera adicionalmente: estructura poblacional (crías, añeros, juveniles, hembras, machos adultos y machos subadultos), época reproductiva (dependiendo de la especie), y estatus de protección según el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI y la UICN.

Para las tortugas marinas:

- Número de milla náutica.
- Número de individuos registrados.
- Especies migratorias, determinando si están incluidas en los apéndices de la CMS.
- Estatus de protección según normativa nacional y listas internacionales vigentes (IUCN, CITES).

2.7.2.2.7 Métodos de muestreo en campo

La evaluación incluye métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos –a manera de ejemplo, para el caso del fitoplancton– consisten en realizar arrastres verticales a lo largo de la columna de agua. Dichos resultados son expresados numéricamente según la escala de abundancia relativa propuesta por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE): (0) ausencia, (1) presencia, (2) poco abundante, (3) abundante y (4) muy abundante.

En cuanto a los métodos cuantitativos, en la tabla 2.7-1 se presenta un resumen de métodos recomendados en campo.

Tabla 2.7-1: Métodos recomendados para la evaluación cuantitativa según organismo acuático¹¹

¹¹ Para estudios específicos como evaluaciones de bosques de *Kelps* o medusas, se considera bibliografía especialidad, con una metodología debidamente justificada acorde a las condiciones del área de estudio.

Organismo acuático	Método de acuerdo con unidad de muestreo	Tipo de sustrato	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)	Metodología de transectos lineales, empleo de cuadrante metálico de 25 cm de lado.	Sustrato duro	Cobertura, riqueza, biomasa	Sánchez <i>et al.</i> , 1989; IMARPE, 2017.
	Metodología de transectos lineales. Buceo semiautónomo y empleo de cuadrado metálico de 0,25 / 1 m ² de área	Sustrato duro / sustrato blando (pastos marinos)	Cobertura, riqueza, biomasa	Vasquez y Vega, 2001; Martínez <i>et al.</i> , 2005; Espinoza <i>et al.</i> , 2009; Lopez <i>et al.</i> , 2014
Fitoplancton	Colecta con botella Niskin (volumen de agua: 500 ml).	Columna de agua	Volumen colectado, apariencia del agua	Sánchez <i>et al.</i> , 1988; APHA, AWWA, WEF, 2011; IMARPE, 2010a; Reguera <i>et al.</i> , 2011
Zooplancton e ictioplancton	Red tipo bongo con arrastre oblicuo / lances con una red colectora tipo mini-Hensen de 300 micras de ojo de malla	Columna de agua	Volumen colectado, apariencia del agua	Ayon <i>et al.</i> , 2008; IMARPE, 2008.
Bentos	Metodología de transectos lineales. Colecta con tubo cilíndrico Core de 18,5 cm de diámetro.	Sustrato blando / intermareal	Cobertura, área de muestreo	Penchaszadeh, 1971; Tarazona <i>et al.</i> , 1986.
	Metodología de transectos lineales. Empleo de un cuadrante metálico de 25 cm de lado.	Sustrato duro / intermareal	Cobertura, área de muestreo	Paredes, 1974; Paredes y Tarazona, 1980
	Metodología de transectos lineales. Buceo semiautónomo, empleo del cuadrado metálico de 25 cm de lado. En ambientes profundos, empleo de una draga Van-Veen.	Sustrato duro-blando / submareal	Cobertura, área de muestreo	Pringle, 1984; Ojeda y Dearborn, 1989; Tarazona y Castillo, 1999
Peces	Pesca embarcada (uso de diferentes tipos de redes).	NA	Riqueza, abundancia, longitud, peso	IMARPE, 2011
	Muestreo de pesca de orilla**	NA	Esfuerzo de muestreo (tiempo, tipo de red) riqueza, abundancia, longitud, peso	Smallwood <i>et al.</i> , 2011; IMARPE, 2011
	Censo de peces: metodología de transectos y registros de peces por tiempo definido	NA	Riqueza, abundancia, Captura por Unidad de Esfuerzo	García <i>et al.</i> , 2014
Mamíferos marinos	Metodología de transectos lineales (en mar) (avistamientos).	NA	Riqueza, abundancia relativa, diversidad	Buckland <i>et al.</i> , 2001 Buckland <i>et al.</i> , 2004 Hedley y Buckland, 2004; Hedley <i>et al.</i> , 1999; Wennemer <i>et al.</i> ,

Organismo acuático	Método de acuerdo con unidad de muestreo	Tipo de sustrato	Principales parámetros medidos en el campo	Referencias
				1998; Kinzey et al., 1999
	Metodología de conteo directo (para animales gregarios como especies de lobos marinos).	NA	Abundancia por categoría (estructura poblacional)	Arias-Schreiber y Rivas, 1998; IMARPE, 2000
Tortugas marinas	Metodología de transectos lineales (avistamientos).	NA	Riqueza, abundancia relativa, diversidad	Wennemer <i>et al.</i> , 1998; Kinzey <i>et al.</i> , 1999

NA = No aplica

* Para estudios específicos como evaluaciones de bosques de Kelps o medusas, se considera bibliografía especializada, con una metodología debidamente justificada acorde con las condiciones del área de estudio.

** Encuestas a los pescadores en las que se registrará el número de peces colectados (especie, longitud y peso), esfuerzo empleado (tiempo, número de cala, número de pescadores), tipo de arte de pesca (redes, anzuelos, etcétera) y características de las artes de pesca (área de las redes, número y tamaño de anzuelos, etcétera).

2.7.2.2.8 Control de calidad del muestreo/monitoreo

Dependiendo del taxa, las características del área de estudio –zona intermareal, zona submareal–, disponibilidad de información histórica y la similitud en la metodología de muestreo, en la medida de lo posible, se realizará la curva de acumulación de especies, con el objetivo de cuantificar si el esfuerzo de muestro empleado ha sido suficiente para conseguir un inventario fiable de la riqueza del área. Se elije uno de los métodos descritos en la sección 2.0 y aplicarlo para los registros.

En caso de contar con data histórica, previamente se realizará una actualización taxonómica de los organismos registrados. Pueden emplearse guías electrónicas; por ejemplo, para el fitoplancton Algaebase (www.algaebase.org); y para macrobentos, la guía electrónica Worms (www.marinespecies.org).

2.7.2.2.9 Colecta de muestras y determinación taxonómica

Las muestras hidrobiológicas colectadas son identificadas por especialistas de cada comunidad disciplinaria, pertenecientes a laboratorios de instituciones especializadas o por instituciones acreditadas, como el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

La determinación de especímenes y la nomenclatura son contrastada con la versión más actual de bases mundiales referenciales, tales como las que se lista en la tabla 2.7 2.

Tabla 2.7-2: Referencias para la determinación taxonómica de las especies de organismos acuáticos

Organismo acuático	Referencias para determinación taxonómica
--------------------	---

Organismo acuático	Referencias para determinación taxonómica
Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acleto, 1973. ▪ Bustamante y Ramirez, 2009. ▪ Guiry y Guiry, 2017. ▪ Hoffman y Santelices, 1997. ▪ Huisman J. M. y Saunders G. W., 2007.
Fitoplancton	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinacion Cuantitativa de Fitoplancton: SMEWW-APHAWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2, c.1, 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration. Techniques. Phytoplankton Counting Techniques. ▪ Balech y Ferrando, 1964. ▪ Gutierrez et al. 2005. ▪ Hasle y Syvertsen, 1997. ▪ Heimdal B., 1997. ▪ Instituto del Mar del Peru, 2010. ▪ Ochoa y Gomez, 1997. ▪ Sanchez, Delgado y Chang, 1996. ▪ Steidinger y Tangen, 1997. ▪ UNESCO, 1981.
Zooplacton e Ictioplancton	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bigelow, 1911. ▪ Castillo, 2004. ▪ Santander, Carrasco y Luyo, 1981. ▪ Santander, Luyo, Carrasco, Veliz y Sandoval, 1981.
Bentos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aldea y Valdovinos, 2005. ▪ Alamo y Valdivieso, 1997. ▪ Chirichigno, 1970. ▪ Espoz, Linderg, Castilla y Simison, 2004. ▪ Fauchald, 1977. ▪ Guzman, Saa y Ortlieb 1998. ▪ Imparpe, 2015. ▪ Marincovich, 1973. ▪ Mendez y Aguilar, 1977. ▪ Mendez, 1981. ▪ Mendez, 1982. ▪ Mendez, 1985. ▪ Moscoso, 2013. ▪ Paredes y Cardoso, 2007. ▪ Tarazona, 1974. ▪ Uribe, Rubio, Carbajal y Berru, 2013.
Peces	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chirichigno y Cornejo, 2001. ▪ Chirichigno y Velez, 1998.

Organismo acuático	Referencias para determinación taxonómica
Mamíferos marinos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comisión Permanente del Pacífico Sur, 2012. ▪ Jefferson, Leatherwood y Webber, 1993. ▪ Leatherwood, Reeves, Perrin y Evans, 1998. ▪ Reeves, Stewart, Clapham y Powell, 2002.
Tortugas marinas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pritchard y Mortimer 2000. <p>Páginas web:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sea Turtle Conservancy (STC) (www.conserveturtles.org/). ▪ NOAA Fisheries Office of Protected Resources (www.nmfs.noaa.gov/pr/species/turtles). ▪ Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (www.widecast.org).

2.7.2.3 Evaluación y análisis de resultados

En la tabla 2.7-3 se presenta un resumen de posibles variables para el análisis de las comunidades acuáticas que se pueden determinar a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas realizadas en el campo, complementarias a las indicadas en la sección 2.0. Se recomienda utilizar solo las variables más relevantes de acuerdo con el contexto del proyecto y los hábitats presentes en el área de estudio.

Tabla 2.7-3: Variables de análisis específicas para la línea base de ecosistemas marinos

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Vegetación marina (macroalgas, pastos marinos)	Calidad del hábitat	Cobertura relativa (%)	La relación entre la cobertura de una especie y el área de muestreo.	Ramírez y Osorio, 2000.	PMO: Comparación de valores de cobertura durante el monitoreo.
	Biomasa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Biomasa relativa ▪ Distribución de especies 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La estimación del peso (gramos) por 1 m². ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos. 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	<p>El: Cambios en la riqueza de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto.</p> <p>PMO: Comparación de valores de cobertura durante el monitoreo.</p>
Fitoplancton, zooplancton, ictioplancton	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Abundancia relativa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La estimación del número de células/organismos por volumen muestreado. ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	<p>El: Cambios en la riqueza y abundancia de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto.</p> <p>PMO: Comparación de valores de</p>

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
			de los principales grupos taxonómicos.		densidad, riqueza y abundancia durante el monitoreo. Caracterización de especies indicadoras de floraciones algales.
Bentos	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Abundancia relativa ▪ Distribución de especies 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La estimación del número de individuos / 1 m². ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos. 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	<p>El: Cambios en la riqueza y abundancia de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto.</p> <p>PMO: Comparación de valores de densidad, riqueza y abundancia durante el monitoreo.</p>
Biomasa	Biomasa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Abundancia relativa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La estimación Kg / 1 m². ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos. 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	PMO: Comparación de valores de densidad, riqueza y abundancia durante el monitoreo.
Peces	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Densidad ▪ Riqueza ▪ Abundancia relativa ▪ Distribución de especies 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimación del número de células/ organismos por volumen muestreado. ▪ El número de especies. ▪ La composición (%) de los principales grupos taxonómicos. 	Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Köhl <i>et al.</i> , 2006.	<p>El: Cambios en la riqueza y abundancia de especies en respuesta al desarrollo de un proyecto.</p> <p>PMO: Comparación de valores de riqueza y abundancia durante el monitoreo. Rango de tallas mínimas en función de lo recomendado por PRODUCE.</p>
	Abundancia relativa	Captura por unidad de esfuerzo (CPUE).	El indicador del número de individuos capturados mediante determinado esfuerzo empleado (área de red, tiempo de espera, número de personas).	Gulland, 1964.	PMO: Comparación de valores de densidad durante el monitoreo.

Organismo	Variable	Parámetros e índices recomendados	¿Qué mide?	Referencias	Relación con el proceso de EIA
Mamíferos marinos/ tortugas marinas	Abundancia	Abundancia relativa (%)	La cantidad o el número de individuos de cada especie en relación con la cantidad total de las especies en una unidad.	Buckland <i>et al.</i> , 2001.	<p>EI: Variación de la abundancia relativa de las especies representativas en el área de estudio.</p> <p>PMO: Comparación de valores de abundancia durante el monitoreo.</p>
	Especies migratorias	Especies que realizan grandes desplazamientos entre diferentes hábitats en busca de condiciones adecuadas para su alimentación y reproducción, en ciclos regulares.	El registro de especies migratorias presentes en el Perú de acuerdo con la CMS.	CMS	<p>EI: Evaluación de impactos en especies migratorias.</p> <p>PMO: Comparación de presencia de especies migratorias durante el monitoreo.</p>

2.7.3 REPRESENTACIÓN ESPACIAL

La línea base de organismos acuáticos marinos incluye lo indicado en la sección 2.0.

Asimismo, se incluye el procesamiento digital y análisis de imágenes satelitales con herramientas como programas de geomática, revisión de cartas náutica de la Dirección de Hidrografía y Navegación; además de ello, dependiendo del tipo de proyecto, se incluirá la batimetría.

2.7.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acleto, C. (1973). Las algas marinas del Perú. *Bol. Soc. Per. Bot.* 6 (1-2), 1-164.
- Álamo, V. y Valdivieso, V. (1997). *Lista sistemática de moluscos marinos del Perú* (2.a edición, revisada y actualizada). Callao, Perú: Instituto del Mar del Perú.
- Aldea, C. y Valdovinos C. (2005). Moluscos del intermareal rocoso del centro-sur de Chile (36°-38° S): Taxonomía y clave de identificación. *Gayana* 69 (2), 364-396.
- APHA, AWWA, WEF (2011). *Standard methods for the examination of water and wastewater. Part 10200 Planckton*. American Public Health Association, Edición: 22nd Edition.
- Arias-Schreiber, M y Rivas, C. (1998). Distribución, tamaño y estructura de las poblaciones de lobos marinos *Arctocephalus australis* y *Otaria byronia* en el litoral peruano, en noviembre 1996 y marzo 1997. Informe de Programa. Lima, Perú: Instituto del Mar del Perú 73, p. 17-32.
- Ayón, P., Ciales-Hernández, M., Schwamborn, R., Jürgen-Hirche, H. (2008). Zooplankton research of Peru: A review. *Progress in Oceanography* 79, 238-255.
- Balech, E. y Ferrando, H. (1964). *Fitoplancton marino*. Buenos Aires, Argentina: Universal.

- Bigelow, H. B., (1911). The Siphonophorae reports on the scientific results of the expedition to the eastern tropical Pacific by the US Fish Commission Steamer Albatross. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 38 (2), 173-401.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L. y Thomas, L. (2001). *Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Orchers, D. L. y Thomas, L. (2004). *Advanced distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Bustamante, D. y Ramírez, M. (2009). El género *Polyisiphonia* sensu lato, en la costa norte y centrosur del Chile (18-41°S) (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 58, 31-50.
- Castillo, R. F. (2004). *Composición específica, distribución y abundancia de ostrácodos epipelágicos en el mar peruano durante los años 1998 y 2001*. Tesis de Licenciatura. Lima: Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Chirichigno, Norma (1970). *Lista de crustáceos del Perú (Decápoda y Stomatopoda) con datos de su distribución geográfica*. Informe 35. Callao, Perú: Instituto del Mar del Perú.
- Chirichigno, N. y Vélez, J. (1998). *Clave para identificar los peces marinos del Perú* (2.a edición). Callao, Perú: Instituto del Mar del Perú.
- Chirichigno, N. y Cornejo, M. (2001). *Catálogo comentado de los peces marinos del Perú*. Lima, Perú: Instituto del Mar del Perú.
- CPPS (2012). Atlas sobre distribución, rutas migratorias, hábitats críticos y amenazas para grandes ballenas en el Pacífico Oriental. Proyecto Planificación Espacial a Larga Escala para Rutas Migratorias y Hábitats Críticos de Mamíferos Marinos en el Pacífico Oriental. España: PNUMA / CPPS. Guayaquil, Ecuador.
- Dawson, E., Acleto, C. y Foldvik, N. (1964). The seaweeds of Perú. *Nova Hedwigia* 13, 1-111.
- Espinoza, J., Islebe, G. A. y Hernández, H. A. (2009). Vegetación acuática sumergida. Diario *El sistema ecológico de la bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del mar* (pp. 148-158). Chetumal, Quintana Roo.
- Espoz, C., Linderg, D., Castilla, J. y Simison, W. (2004). Los patelogastrópodos intermareales de Chile y Perú. *Revista Chilena de Historia Natural* 77, 257-283.
- Fauchald, K. (1977). The Polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera (Science series, 28). Natural History Museum of Los Angeles Country. Los Ángeles.
- García, V., Reyes, H., Balart, E., Ríos, E., Lluch, E. y Serviere, E. (2014). Comparison of ecological diversity and species composition of macroalgae, benthic macroinvertebrates, and fish assemblages between two tropical rocky reefs. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 49(3), 477-491.
- Guiry, M. y Guiry, G. (2024). AlgaeBase. National University of Galway. Revisado el 15 de noviembre de 2024. URL: <https://www.algaebase.org>
- Gulland, J. A. (1974). Catch per unit effort as a measure of abundance. Rapports et Proces-verbaux des Réunions. Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 155, 8-14.
- Gutiérrez, D., Aronés, K., Chang, F., Quipuzcoa, L. y Villanueva, P. (2005). *Impacto de la variación oceanográfica estacional e interanual sobre los ensambles de microfitorplancton, mesozooplancton, ictioplancton y macrozoobentos de dos áreas costeras del norte del Perú entre 1994 y 2002*. Bol. Instituto del Mar del Perú 22 (1-2).

- Guzmán, N., Saá, S., Ortlieb, L. (1998). *Estudios oceanológicos*. Vol. 17. Facultad de Recursos del Mar. Universidad de Antofagasta de Chile.
- Hasle, G. y Syvertsen, E. (1997). Marine diatoms. En C. Tomas (Ed.), *Identifying Marine Phytoplankton* (pp. 5-385). San Diego, California: Academic Press.
- Hedley, S. y Buckland, S. T. (2004). Spatial models for line transect sampling. *J. Agric. Bio. Env. Stat.* 9, 181-199.
- Hedley, S., Buckland, S. T. y Borchers, D. L. (1999). Spatial modeling from line transect data. *J. Cetacean Res. Manage.* 1(3), 255-264.
- Heimdal, B. (1997). Modern Coccolithophorids. En C. Tomas (Ed.), *Identifying marine phytoplankton* (pp. 731-831). San Diego, California: Academic Press.
- Hoffman, A y Santelices, B. (1997). *Flora marina de Chile central*. Santiago, Chile: Ediciones de la Universidad Católica de Chile.
- Huisman, J. M. y Saunders, G. W. (2007). Phylogeny and classification of the algae. En P. M. McCarthy y E. Orchard (Eds.), *Algae of Australia: Introduction* (pp. 66-103). Melbourne, Australia: CSIRO Publishing.
- IMARPE (2000). Memorias 2000. Informe final presentado al Ministerio de Pesquería. Lima.
- IMARPE (2008). Crucero 0811-12 de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos. Informe ejecutivo. Lima.
- IMARPE (2010a). *Manual de procedimientos para el muestreo y ensayo semicuantitativo y cuantitativo del fitoplancton potencialmente tóxico*. Lima, Perú: IMARPE.
- IMARPE (2010b). Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos. Informes comerciales y áreas de pesca artesanal en la región Lima entre Punta Litera-Playa Grande (Barranca y Huara de la región Lima). Lima, Perú: IMARPE.
- IMARPE (2011). *Manual de muestreo de la pesquería pelágica* (Informe Progresivo 157). Lima, Perú: IMARPE.
- IMARPE (2015a). *Guía de campo ilustrada para reconocimiento de especies de moluscos bivalvos con valor comercial*. Lima: IMARPE.
- IMARPE (2015b). Evaluación poblacional de *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh., 1820) en las bahías de Pisco y Paracas, otoño 2010. Informe Instituto del Mar del Perú 42(4), 504-509.
- IMARPE (2017). Bancos naturales de invertebrados marinos comerciales en el litoral de la región Lambayeque, Perú. *Informe Instituto del Mar del Perú* 44 (1), P. 83-92.
- Jefferson, T., Leatherwood, S. y Webber, M. (1993). *Marine mammals of the world*. Roma, Italia: United Nations Environment Program, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Kinzey, D., Olson, P. y Gerrodette, T. (1999). *Marine mammal data collection procedures on research ship line-transect surveys by the Southwest*. Fisheries Science Center, NOAA. La Jolla, CA.
- Köhl, M., Magnussen, S. S. y Marchetti, M. (2006). *Sampling methods, remote sensing and GIS multiresource forest inventory*. Springer Science & Business Media. New York.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology* (Vol. 620). Benjamin/Cummings Menlo Park, California.
- Leatherwood, S, Reeves, R. Perrin, W. y Evans, W. (1998). *Ballenas, delfines y marsopas del Pacífico nororiental y de las aguas árticas adyacentes. Una guía para su identificación* (Informe Especial 6). La Jolla, California: Comisión Interamericana del Atún Tropical.
- López, J., Riosmena, R., Rodríguez, J. e Hinojosa, G. (2014). La planta acuática *Ruppia maritima* en el noroeste de México: aumento de su presencia y efectos en la cadena trófica. En A. M. Low-Pfeng, P. A. Quijón y E. M. Peters-Recagno. *Especies invasoras*

- acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México*. Vol. 1 (pp. 471-491). SEMARNAT, INECC, UPEI. Mexico D.F. Coyoacán, Tlalpan and Prince Edward Island, Canada
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement (Vol. 168). Princeton, New Jersey: Princeton University Press Princeton, New Jersey.
 - Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell. New Jersey.
 - Marincovich, L. (1973). Intertidal mollusks of Iquique, Chile. *Bulletin of the Natural History Museum of Los Angeles County* 16, 1-49.
 - Martínez, E., Correa, J., Faugeron, S., Mansilla, A., Ávila, M. y Camus, P. (2005). Levantamiento demográfico y genético del alga roja *Gigartina skottsbergii* Setchell et Gardner (Rhodophyta, Gigartinales) a lo largo de su rango de distribución en el Pacífico Sur. *Cienc. Tecnol. Mar.* 28(1), 63-74.
 - Méndez, M. (1981). Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustácea: Decápoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú-Callao*. Vol. 5:1-170.
 - Méndez, M. (1982). Crustáceos comerciales y otras especies comunes en el litoral peruano. *Boletín de Lima* 20 pags.
 - Méndez, M. (1985). Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustácea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*. Boletín 5. P. 1-170.
 - Méndez, M. y Aguilar, P. (1977). Notas sobre crustáceos del mar del Perú y la familia Porcellanidae (Decapoda, Reptantia, Anomura). *Anales Científicos*, 85-108.
 - Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Cyted, Orcyt-Unesco, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) Zaragoza. 1, 84.
 - Moscoso, Víctor (2013). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú* 27 (1-2). 2017 p.
 - Ochoa, N. y Gómez, O. (1997). Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*. 16 (2), 1-60.
 - Ojeda, P. y Dearborn, J. (1989). Community structure of macroinvertebrates inhabiting the rocky subtidal zone in the Gulf of Maine: seasonal sand bathymetric distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 57, 147-161.
 - Paredes, C. (1974). El modelo de zonación en la orilla rocosa del departamento de Lima. *Revista Peruana de Biología* 1 (2), 168-191.
 - Paredes, C. y Cardoso, F. (2007). La familia Calyptraeidae en el Perú (Gastropoda: Caenogastropoda). *Revista Peruana de Biología*. 13(3), 177-184.
 - Paredes, C. y Tarazona, J. (1980). Las comunidades de Mitilidos del mediolitoral rocoso del departamento de Lima. *Revista Peruana de Biología*. 2(1), 59-72.
 - Penchaszadeh, P. (1971). Observaciones cuantitativas preliminares en playas arenosas de la costa central del Perú con especial referencia a las poblaciones de "muy muy" (*Emerita* analoga, Crustacea: Anomura, Hippidae). *Instituto de Biología Marina Mar del Plata. Contr.* 177, 1-16.
 - Pringle, J. D. (1984). Efficiency estimates for various quadrat sizes used in benthic sampling. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41, 1485-1489.
 - Pritchard, P. C. H. y Mortimer, J. A. (2000). Taxonomía, morfología externa e identificación de las especies. En K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. A. Donnelly (Eds.), *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas* (pp. 21-38). Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. Pennsylvania.

- Ministerio de la Producción (2019). Tallas mínimas de pescados. Revisado el 17 de noviembre del 2024. URL: <https://pescayconsumoresponsable.produce.gob.pe/tallas-minimas.html>
- Ramírez, M., Osorio, C. (2000). Patrones de distribución de macroalgas y macroinvertebrados intermareales de la isla Robinson Crusoe, archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Invest. Mar. Valparaíso* 28, 1-13.
- Reeves, R., Stewart, B., Clapham, P. y Powell, J. (2002). *Guide to Marine mammals of the World*. Nueva York: National Audubon Society.
- Reguera, B., Alonso, R., Moreira, A. y Méndez, S. (2011). *Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas* (Manuales y Guías de la COI, 59). París / Viena: COI de UNESCO y OIEA.
- Sánchez, S., Tarazona, J., Flores, R., Maldonado, R. y Carbajal, G. (1988). Características del fitoplancton de invierno en la bahía Independencia, Perú. *Memorias del 2.do Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, tomo I* (volumen extraordinario, pp. 59-66). Lima, Perú: Instituto del Mar del Perú.
- Sánchez, I., Fajarado, M. y Oliveiro, C. (1989). Estudio florístico estacional de las algas en bahía Magdalena, B.C.S. México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 4 (1), 35-48.
- Sánchez, S.; Delgado, E.; Chang, F. (1995). Características del fitoplancton superficial en Paita, Chimbote, Callao, Pisco e Ilo (MOPAS 9510). Informe Progresivo N° 33, 1996. P. 53-70.
- Santander, H., Carrasco, S. y Luyo, G. (1981). El zooplancton del área norte del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, volumen extraordinario, 245-253.
- Santander, H., Luyo, G., Carrasco, S., Veliz, M. y Sandoval, O. (1981). Catálogo de zooplancton en el mar peruano, primera parte: área Pisco-San Juan. *Boletín Instituto del Mar del Perú* 6, 1-75.
- Smallwood, C. B., Pollock, K. H., Wise, B. S., Hall, N. G. y Gaughan, D. J. (2011). *Quantifying recreational fishing catch and effort: a pilot study of shore-based fishers in the Perth Metropolitan area*. Fisheries Research Report 216. Final NRM Report - Project 09040. Western Australia: Department of Fisheries.
- Steidinger, K. y Tangen, K. (1997). Dinoflagellates. En C. Tomas (Ed.). *Identifying Marine Phytoplankton* (pp. 387-584). San Diego, California: Academic Press.
- Tarazona, Juan (1974). Lista de poliquetos sedentarios hallados en el Perú. *Rev. Per. Biol.* 1 (2), 164-167.
- Tarazona, J., Arntz, W., Canahuire, E., Ayala, Z. y Robles A. (1985). Modificaciones producidas durante El Niño en la interfauna bentónica de áreas someras del ecosistema de afloramiento peruano. Conferencia del simposio El Fenómeno El Niño y su Impacto en la Fauna Marina. Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología. *Boletín Inst. Mar Perú*. Vol. Extraordinario, 55-64.
- Tarazona, J., Paredes, C. e Igrada, M. (1986). Estructura del macrobentos en las playas arenosas de la zona de Lima, Perú. *Revista de Ciencias de la UNMSM* 74 (1), 103-116.
- Tarazona J. y Castillo, E. (1999). El macrozoobentos de fondo blando frente a la bahía de Catarindo durante el fenómeno El Niño 1997-98. *Re. Peru. Biol.*, volumen extraordinario, 39-46.
- UNESCO (1981). Programa de Plancton del Pacífico Oriental. *Informe de la UNESCO sobre Ciencias del Mar* 11, 25-26.
- Uribe, R., Rubio, J., Carbajal, P. y Berrú, P. (2013). Invertebrados marinos bentónicos del litoral de la región de Áncash, Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú* 28 (1-2). P. 136-293.
- Vásquez, J. y Vega, A. (2001). *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigantinales) in northern Chile: ecological aspects for management of wild population. *Journal of Applied Phycology* 13, 267-277.

- Wennemer, J., Gagnon, C., Boyé, D. y Gong, G. (1998). Summary of marine mammal and turtle observations during the 1997 nearfield water quality surveys. Boston: Massachusetts Water Resources Authority. Report ENQUAD.

2.8 ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD

2.8.1 ALCANCE

Como parte de la línea base biológica, se puede requerir un análisis de la biodiversidad presente en el área de estudio, lo cual –para algunos autores– también está relacionado a la sensibilidad de los ecosistemas. Este tipo de análisis involucra la flora y fauna presente en los distintos ecosistemas terrestres y acuáticos que conforman el área de estudio. Pone énfasis en el número y abundancia de especies de interés para la conservación –protegidas, endémicas, migratorias–, especies clave o con uso locales, valores de riqueza y/o diversidad, y frecuencia o rareza de los hábitats.

Para el análisis de la biodiversidad o sensibilidad no existe un solo método de estimación. Dependerá de los biólogos responsables de la línea base determinar las variables más relevantes que se incluirán finalmente en este análisis. Dos conceptos importantes para tener en cuenta son los siguientes:

- **Biodiversidad:** variedad de especies vegetales y animales que viven en un espacio determinado (Halffter, 1994). Para fines de la presente sección, se refiere a todas las especies que se pueden encontrar en un mismo hábitat (unidades de vegetación o cuerpos de agua), considerando el conjunto de hábitats presentes en el área de estudio.
- **Sensibilidad:** grado de susceptibilidad del ambiente que será afectado por una perturbación o conjunto de perturbaciones externas (Rebolledo, 2009). Para fines de la presente sección, se refiere a los elementos vulnerables (por ejemplo, especies amenazadas o grado de fragmentación) que se encuentran presentes o caracterizan a determinado hábitat (unidades de vegetación o cuerpos de agua).

La combinación de estas variables permite realizar un análisis integral que produzca información útil para evaluar los impactos del proyecto en los elementos más vulnerables. Asimismo, hace posible una mejor identificación y desarrollo de estrategias de manejo cuya principal meta sea preservar la integridad del ecosistema.

En esta sección no es necesario realizar trabajo de campo, pues todos los datos se extraerán de las secciones previas (2.1-2.7). Sin embargo, se requerirá la participación de diversos especialistas de distintas áreas (por ejemplo, vegetación, recursos forestales, aves, mamíferos, anfibios y reptiles, insectos).

2.8.2 METODOLOGÍA

Como se indicó, los métodos para analizar la biodiversidad son varios, pero la mayoría coinciden en utilizar un sistema para ponderar o valorizar determinados indicadores o atributos, que reflejen la biodiversidad y sensibilidad de los distintos hábitats (unidades de vegetación o cuerpos de agua) presentes en el área de estudio. Es necesario enfatizar que no siempre los atributos serán los mismos para cada grupo taxonómico. Eso depende de la facilidad con la que se puede obtener la información pertinente dentro de cada taxón.

El análisis general puede considerar como criterios relacionados (1) **la importancia biológica del ecosistema**, en la que se analizan atributos –nivel de endemismo, capacidad del ecosistema para albergar especies con grados de amenaza, diversidad, entre otros– para cada hábitat sobre la base de registros cuantitativos y semicuantitativos (Secciones 2.1-2.7); (2) **nivel de vulnerabilidad del ecosistema**, tal como análisis del paisaje –relación

perímetro/superficie, número y distancia entre parches, entre otros– y sensibilidad a la perturbación –grado de intervención, análisis de su resiliencia, conectividad, entre otros–. Todos estos criterios se enmarcan en la capacidad de recuperación del ecosistema; es decir, en la capacidad del sistema de responder convenientemente para mantenerse en un estado similar a las condiciones iniciales después del estrés provocado o la perturbación temporal proveniente de fuentes externas. Se define como la velocidad o rapidez con la cual el sistema se recupera de la perturbación.

En la tabla 2.8-1 se presenta una lista de atributos potenciales que podrían ser analizados como parte de la línea base de biodiversidad, así como las secciones de dónde se puede extraer la información.

Tabla 2.8-1: Criterios o atributos para el análisis de la biodiversidad

Tipo de criterio	Criterios / atributos evaluados para cada hábitat	Secciones de la línea base biológica										
		Flora y vegetación	Epífitas	Pastizales	Recursos forestales	Aves	Mamíferos	Anfibios y reptiles	Insectos	Hidrobiología continental	Ecosistema marino	Conectividad
Importancia biológica del ecosistema	Riqueza de especies	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Número de especies con amenaza nacional e internacional (UICN)	X	X		X	X	X	X			X	
	Número de especies amenazadas por caza / comercio (CITES)	X	X		X	X	X	X			X	
	Número de especies endémicas	X				X	X	X		X	X	
	Número de especies con distribución restringida					X	X	X		X		
	Número de especies claves	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Abundancia de especies	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Uso por las comunidades locales			X	X	X	X	X		X		
	Especialización de hábitats					X						
	Valor del bosque (S/ /m ³)				X							
	Volumen del bosque (m ³ /ha)				X							

Tipo de criterio	Criterios / atributos evaluados para cada hábitat	Secciones de la línea base biológica										
		Flora y vegetación	Epífitas	Pastizales	Recursos forestales	Aves	Mamíferos	Anfibios y reptiles	Insectos	Hidrobiología continental	Ecosistema marino	Conectividad
	Categoría del bosque				X							
Vulnerabilidad del ecosistema (paisaje)	Rareza del hábitat (% que ocupa del área de estudio)	X								X		X
	Relación perímetro/superficie (P/S)	X								X		X
	Tamaño medio de parche	X								X		X
	Distancia entre parches	X								X		X

Fuente: Adaptado de Sánchez, 2009.

Una vez determinados los valores de los criterios o atributos para cada hábitat del área de estudio, se le asignará niveles de ponderación que permitan calificarlos en escalas. En la tabla 2.8-2 se presentan ejemplos de ponderación para algunos atributos de biodiversidad. Esta ponderación dependerá del criterio de los especialistas involucrados y podrá adaptarse a la realidad del área de estudio, pero lo que busca es asignar valores para diferenciar los hábitats más diversos y que incluyan los elementos más sensibles, como por ejemplo especies con mayores categorías de amenazas o los mayores valores de riqueza o los hábitats más fragmentados y/o raros.

Tabla 2.8-2: Ejemplos de ponderación para los criterios o atributos para el análisis de la biodiversidad

Atributos de biodiversidad	Ponderación
Riqueza de especies (N.º total de especies por hábitat / N.º total de especies del hábitat más rico)	1 = 0,00 a 0,25
	2 = 0,26 a 0,50
	3 = 0,51 a 0,75
	4 = 0,76 a 1,00
Número de especies con amenaza nacional e internacional (UICN)*	1 = Casi amenazada (NT)
	2 = Vulnerable (VU)
	4 = En peligro (EN)
	8 = En peligro crítico (CR)
Número de especies con	1 = Apéndice II

Atributos de biodiversidad	Ponderación
amenaza por caza / comercio (CITES)*	4 = Apéndice I
Número de especies endémicas*	0 = no endémicas
	1 = endémicas del Perú
	2 = endémicas de la región
	4 = endémicas locales
Rareza del hábitat	1= comprende > 60% del área de estudio
	2 = comprende de 40% a 59% del área de estudio
	3 = comprende de 25% a 39% del área de estudio
	4 = comprende de 10% a 24% del área de estudio
	5 = comprende < 10% del área de estudio
N.º de parches (N.º de parches por hábitat / N.º total de parches del área de estudio)	1 = 0,00 a 0,25
	2 = 0,26 a 0,50
	3 = 0,51 a 0,75
	4 = 0,76 a 1,00

* Ponderación final: sumatoria del número de especies categorizadas por la ponderación de su respectiva categoría.

Para hallar el valor final de cada atributo, se multiplica el número del atributo obtenido de la línea base por la ponderación –por ejemplo, el número de especies categorizadas por la ponderación de su respectiva categoría– y sumarlas para obtener un valor final. Para facilitar la primera parte, se puede llenar una tabla resumen como se presenta en la tabla 2.8-3, que muestra un escenario hipotético a manera de ejemplo.

Tabla 2.8-3: Ejemplos de valores obtenidos de la línea base para los criterios o atributos para el análisis de la biodiversidad

Hábitat	Secciones de la Línea Base Biológica		N.º de especies amenazadas				N.º de especies endémicas		Rareza del hábitat	
	Flora	Fauna	NT	VU	EN	CR	PERÚ	REGIÓN	% Área de estudio	Nº de parches
Hábitat 1	85	35	3	0	2	0	2	0	35	15
Hábitat 2	60	20	2	2	0	1	0	1	65	5
Hábitat 3	45	12	57	1	0	1	0	1	0	10

Elaboración propia.

Luego, todos los criterios se ponderan para obtener una ponderación final, al relacionar los valores indicados en las tablas 2.8-2 y 2.8-3. En la tabla 2.8-4 se muestra un ejemplo de los valores obtenidos para el mismo ejemplo que la tabla anterior.

En este sentido, el análisis de sensibilidad biológica busca integrar las diferentes calificaciones asignadas a los atributos considerados en los procesos descritos (criterio biológico por especie, juicio de experto y ecología del paisaje) para indicar el grado de susceptibilidad del medio.

Tabla 2.8-4: Ejemplos de valores obtenidos de la línea base para los criterios o atributos para el análisis de la biodiversidad

Hábitat	Ponderación por riqueza de especies	Ponderación por número de especies amenazadas					Ponderación por número de especies endémicas			Ponderación por rareza del hábitat		Ponderación final de biodiversidad
		NT	VU	EN	CR	TOTAL	PERÚ	REGIÓN	TOTAL	% Área de estudio	N° de parches	
Hábitat 1	4	3	0	8	0	11	3	0	3	1	1	20
Hábitat 2	3	2	4	0	8	14	0	4	4	3	3	27
Hábitat 3	2	1	0	4	0	5	1	0	0	4	1	12

Elaboración propia.

Finalmente, esta ponderación ordena sobre la base de la mayor calificación, para identificar y definir los límites de cuatro niveles de biodiversidad o sensibilidad: muy alta, alta, media y baja. En la tabla 2.8-5 se muestra un ejemplo de los niveles obtenidos para el mismo ejemplo que las tablas anteriores.

Tabla 2.8-5: Ejemplos de niveles de biodiversidad o sensibilidad obtenidos a partir de la ponderación final de los atributos analizados

Nivel de biodiversidad (sensibilidad)	Escala de acuerdo con el proyecto (ejemplo)	Hábitat evaluado (ejemplo)
Baja	0 a 8	-
Media	8 a 15	Hábitat 3
Alta	16 a 22	Hábitat 1
Muy alta	23 a 30	Hábitat 2

Elaboración propia.

2.8.3 REPRESENTACIÓN ESPACIAL

Con los resultados se puede realizar un mapa de escalas de biodiversidad o sensibilidad. Este mapa es de particular importancia para la evaluación de impactos, así como para la planificación de las medidas de mitigación y compensación, en caso sean necesarias.

En caso de proyectos medianos y grandes, se recomienda que el análisis no sólo se realice en el nivel de hábitats, sino que también se incorporen las localidades o zonas del área de estudio. De esta manera, no se generalizarán los hallazgos para las unidades de vegetación de mayores dimensiones, y el mapa representará de manera más exacta la distribución de la biodiversidad y sus elementos más sensibles.

2.8.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Halfet, G. (1994). ¿Qué es la biodiversidad? *Boletín de la Institución Catalana de Historia Natural* 62,5-14.
- Rebolledo, R. (2009). Modelo de sensibilidad ambiental basado en la valoración de relaciones espaciales. En: Aranda, S., y Fornos, F. (eds.). *Teledetección: agua y desarrollo sostenible. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Cataluña* (pp. 229-232). Universidad de Zaragoza, Calatayud.
- Sánchez, E. (2009). *Línea base biológica del EIA del Proyecto de Prospección Sísmica 2D en el lote 123-124 de la empresa Conoco Philips. Loreto-Walsh Perú.*

2.9 ECOSISTEMAS FRÁGILES

2.9.1 ALCANCE

Adicional a la evaluación de flora y vegetación, y ante la presencia de ecosistemas frágiles se recomienda la aplicación de las metodologías planteadas y los esfuerzos de muestreo siguiente: lomas y tillandsiales, bosque secos, bofedales, bosques relictos, bosques de neblina, y páramos.

Los esfuerzos de muestreo sugeridos para la evaluación de flora y vegetación en ecosistemas frágiles en el área de estudio son relevantes sobre todo cuando se prevé que la ejecución del proyecto de inversión puede conllevar a la implementación de medias de restauración o compensación ambiental.

2.9.2 LOMAS Y TILLANDSIALES

En cada estación de muestreo se establecerá puntos de intercepción de 100 puntos o Línea de intercepción de 50 m o 100 m, y parcelas cuadradas de 100 m² de corresponder, de acuerdo con lo señalado en la siguiente tabla.

Tabla 2.9-1: Esfuerzo sugerido para la evaluación de lomas y tillandsiales

Unidad de vegetación	Metodología	Esfuerzo por estación de muestreo	Parámetros/ indicadores
Lomas	Puntos de intercepción de 100 puntos o Línea de intercepción de 50 m o 100 m	3	Cobertura, abundancia y riqueza
Tillandsiales	Parcelas cuadradas de 100 m ² (10 m x 10 m)	3	Estadio fenológico y cantidad de rametos y genetos Cobertura vegetal* y abundancia*

* Para evaluar la cobertura vegetal en cada parcela, se aplica el método de intersección de línea (2 transectos de 10 m, uno perpendicular y otro en dirección de la pendiente, utilizando los ejes X e Y de cada parcela) midiendo en centímetros la cantidad de suelo cubierto a lo largo del transecto.

2.9.3 BOSQUES SECOS

En cada estación de muestreo que corresponda a la unidad de vegetación de Bosque estacionalmente seco de llanura, Bosque estacionalmente seco de colina o Bosque estacionalmente seco de montaña se establecerá el esfuerzo indicado en la tabla 2.9-1.

Tabla 2.9-2: Esfuerzo sugerido para la evaluación de boques secos

Parámetros/ indicadores	BE seco de llanura	BE seco de colina	BE seco de montaña
	Metodología: Parcela de 100 m x 100 m		
Riqueza de especies	1	1	1
Composición por grupo funcional			
Cobertura de copa			
Altura de árboles dominantes			
Área basal			
Plantas invasoras o exóticas			
Plantas con especies parásitas y/o enfermas			
Presencia de tocones			

Fuente: MINAM, 2019a.

2.9.4 BOFEDALES

En caso se trate de un complejo de bofedales, que no permite distinguir donde empieza o termina cada uno de ellos, se sugiere establecer un punto en cada bofedal que muestre condiciones de humedad y vegetación diferentes (MINAM, 2019a).

Tabla 2.9-3: Esfuerzo sugerido para la evaluación del bofedal, de acuerdo a su área (ha)

Parámetros/ indicadores*	Metodología	≤ 0.25 ha	> 0.25 a ≤ 1 ha	> 1 a ≤ 5 ha	> 5 ha a ≤ 10 ha	> 10 ha a ≤ 20 ha	> 20 ha a ≤ 50 ha	> 50 ha
Especies nativas	Líneas de intercepción (100 puntos)	1	2	3	4	5	6	0,15 x número de ha
Riqueza de especies	Líneas de intercepción (100 puntos)	1	2	3	4	5	6	0,15 x número de ha
Cobertura vegetal viva	Cuadrante 1 m x 1 m	3	6	9	12	15	16	0,4 x número de ha
Biomasa aérea	Cuadrante 0,25 m x 0,25 m	3	6	9	12	15	16	0,4 x número de ha

*Indicadores referidos a la "Condición de la biota".

Fuente: MINAM, 2019b.

Asimismo, dada las condiciones particulares del medio, se considera el registro de información de las condiciones del suelo: la profundidad de la turba, materia orgánica, densidad aparente y signos de erosión el cual implica la colecta de materia orgánica en el suelo (turba).

Tabla 2.9-4: Esfuerzo sugerido para la evaluación del suelo del bofedal, de acuerdo a su área (ha)

Parámetros/ indicadores*	Metodología	≤ 0.25 ha	> 0.25 a ≤ 1 ha	> 1 a ≤ 5 ha	> 5 ha a ≤ 10 ha	> 10 ha a ≤ 20 ha	> 20 ha a ≤ 50 ha
Profundidad de la turba con barreno		1	2	3	4	5	6
Nivel de la napa freática en época seca		1	2	3	4	5	6
Materia orgánica en el horizonte superficial	Hoyos de 10 cm para colecta de turba	1	2	3	4	5	6
Densidad aparente en el horizonte superficial	Hoyos de 4 a 5 cm de profundidad	1	2	3	4	5	6

2.9.5 BOSQUE RELICTOS

En cada estación de muestreo que corresponda a la unidad de vegetación de Bosque relicto montano de la vertiente occidental, Bosque relicto altoandino o Bosque relicto mesoandino se establecerá el esfuerzo indicado para cada metodología (parcela de 125 m x 20 m, parcela de 20 m x 20 m y subparcela de 2 m x 2 m) en la tabla 2.9-3.

Tabla 2.9-5: Esfuerzo sugerido para la evaluación de los bosques relictos, por estación de muestreo

Parámetros/ indicadores	Bosque relicto montano de la vertiente occidental	Bosque relicto altoandino y Bosque relicto mesoandino	
	Metodología		
	Parcela de 125 m x 20 m (DAP ≥ 10 cm)	Parcela de 20 m x 20 m	Subparcela de 2 m x 2 m
Riqueza de especies	1	1	
Cobertura de copa			
Área basal			
Tocón			
Cobertura de piso			1

Fuente: MINAM, 2022.

2.9.6 BOSQUE DE NEBLINAS

En cada estación de muestreo que corresponda a la unidad de vegetación Bosque basimontano o Bosque montano se establecerá el esfuerzo indicado para cada metodología (parcela de 50 m x 100 m) en la Tabla 4.

Tabla 2.9-6: Esfuerzo sugerido para la evaluación de los bosques basimontano y bosque montano, por estación de muestreo

Parámetros/ indicadores	Bosque basimontano	Bosque montano
	Metodología: parcela de 50 m x 100 m	
Riqueza de especies	1	
Composición por grupo funcional		
Cobertura de copa		
Altura de árboles dominantes		
Área basal		
Especies pioneras		
Tocón		

Fuente: MINAM, 2019c.

2.9.7 PÁRAMOS (JALCA)

Para cada estación de muestreo que corresponda a la unidad de vegetación de Páramo se establecerán puntos de intercepción y transectos de intercepción, transectos, y cuadrantes de 1 m x 1 m.

Tabla 2.9-7: Esfuerzo sugerido para la evaluación de páramo

Parámetros/ indicadores	Metodología	Esfuerzo por estación de muestreo
Riqueza de especies	Puntos de intercepción (100 lecturas) para herbáceas. Transectos de 50 m x 2 m para plantas leñosas.	3
Composición florística		
Cobertura aérea	Cuadrante 1 m x 1 m	30

Parámetros/ indicadores	Metodología	Esfuerzo por estación de muestreo
Altura de plantas dominantes (m)		
Biomasa aérea		
Suelo desnudo superficial		

Fuente: MINAM, 2019d.

2.9.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio del Ambiente (2015a). *Mapa nacional de cobertura vegetal*. Memoria descriptiva. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente (2015b). *Guía de inventario de fauna silvestre*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM.
- Ministerio del Ambiente (2015c). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM.
- Ministerio del Ambiente. (2019a). *Guía de evaluación del estado del Ecosistema de bosque seco: Bosque estacionalmente seco de llanura, bosque estacionalmente seco de colina y montaña*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente. (2019b). *Guía de evaluación del estado del Ecosistema de bofedal*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente. (2019c). *Guía de evaluación del estado del Ecosistema de yunga: Bosque basimontano y montano*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente. (2019d). *Guía de evaluación del estado del Ecosistema páramo*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente. (2022). *Guía de evaluación del estado de los ecosistemas de bosque relicto: bosque relicto montano de vertiente occidental, bosque relicto altoandino y bosque relicto mesoandino*. Lima: MINAM.