Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

2019-I01-050130

INFORME N° 00472-2019-OEFA/DEAM-SSIM

A	:	**FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN** Director de Evaluación Ambiental
DE	:	**ARMANDO MARTÍN ENEQUE PUICÓN** Ejecutivo de la Subdirección de Sitios Impactados **LLOJAN CHUQUISENGO PICON** Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Energía
ASUNTO	:	Evaluación ambiental de las comunidades hidrobiológicas, flora y fauna en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano, ubicado en el distrito Morona, provincia Datem del Marañón, departamento Loreto, durante el 2019
CUE	:	2018-01-0031
REFERENCIA	:	Memorando N.º 001919-2019-OEFA/DSEM Memorando N.º 00700-2019-OEFA/DEAM (HT: 2019-E17-054948)
FECHA	:	Lima, 30 de octubre de 2019

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL

Los aspectos generales del monitoreo de las comunidades hidrobiológicas, flora y fauna en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano se presentan en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Datos generales de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Petroperú S.A.
c.	Problemática identificada	Derrame de Petróleo
d.	La actividad se realizó en el marco de	Supervisión Ambiental
e.	Tipo de evaluación	Evaluación de comunidades hidrobiológicas, flora y fauna
f.	Periodo de ejecución	Del 2 al 15 de setiembre de 2019

Profesionales que aportaron al estudio

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.°	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Armando Martín Eneque Puicón	Biólogo	Gabinete
2	Llojan Chuquisengo Picón	Lic. Químico	Gabinete
3	Miriam Lizbeth Gamboa Mendoza	Bach. en Biología	Campo y gabinete
4	Jessica Adela Espino Ciudad	Bióloga - Hidrobióloga	Gabinete
5	Víctor Chama Moscoso	Biólogo – Botánico	Campo y gabinete
6	Jhony Ángel Ríos García	Biólogo – Mastozóologo	Campo y gabinete

7	Dany Ernesto Chunga Benavides	Biólogo – Ecólogo	Campo y gabinete
8	Alfredo Leonardo Guzmán Caldas	Biólogo – Herpetólogo	Campo y gabinete

2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Los parámetros y matrices evaluadas en la Evaluación ambiental de las comunidades hidrobiológicas, flora y fauna en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano, ubicado en el distrito Morona, provincia Datem del Marañón, departamento Loreto, durante el 2019, se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Parámetros y matrices evaluadas

Matriz evaluada	Fecha	Parámetros evaluados	Cantidad de puntos de muestreo		
Comunidades hidrobiológicas	Setiembre 2019 - única ejecución	Macrobentos	11		
		Necton (peces)	6		
		Metales en tejido de peces	19**		
		HAP* en tejido de peces	24**		
Especialidad		Cantidad de unidades	Zonas de evaluación		
			Nº	Código	Área
Flora	Setiembre 2019 - única ejecución	1 parcela de 250 m x 20 m	2	Zona A	Blanco
		1 parcela de 250 m x 20 m			Impactada
		5 parcelas de 20 m x 10 m			
		2 parcelas de 20 m x 10 m		Zona B	Impactada
Herpetología	Setiembre 2019 - única ejecución	3 búsquedas por encuentros visuales (VES[1])	1	Zona A	Blanco
		8 Transectos de banda fija (TBF)			
		7 búsquedas por encuentros visuales (VES[1])			Impactada
		8 Transectos de banda fija (TBF)			
Mastozoología	Setiembre 2019 - única ejecución	2 recorridos (1 diurno y 1 nocturno)	2	Zona A	Blanco
		10 cámaras trampa			
		2 recorridos (1 diurno y 1 nocturno)			Impactada
		10 cámaras trampa			
		10 cámaras trampa		Zona B	Impactada
		10 cámaras trampa			

(*) hidrocarburos aromáticos policíclicos
(**) Corresponde a la cantidad de muestras para los análisis de tejido
[1] Búsqueda por Encuentros Visuales (VES), por sus siglas en ingles

3. CONCLUSIONES

Comunidades hidrobiológicas

- La Quebrada Cashacaño, a pesar de haber sido afectado por el evento ocurrido en el año 2016, en la actualidad muestra características propias de la llanura amazónica y zonas estacionalmente inundadas, esto se ha visto reflejado en la presencia de macroinvertebrados acuáticos de buena calidad biótica e ictiofauna variada, asociada al contacto continuo con el río Morona, el cual aporta alimentos alóctonos necesarios para el establecimiento, alimentación y/o reproducción de las especies de fauna acuática, lo cual nos indica una recuperación de la zona.

- En el tramo evaluado de la quebrada Sin Nombre, cerca al punto de derrame del año 2016, se observó la deforestación de zonas ribereñas y arroyos pequeños; debido a ello, se encontraron los grupos de macroinvertebrados (hydrophilidae,

chironomidae y trichoptera) y una poca riqueza y abundancia de peces que evidencian degradación del hábitat acuático; sin embargo, varios km después en el punto de muestreo 148,MIB,ESP-4, se observó una mejora del hábitat acuático debido a la presencia de grupos catalogados sensibles como Perlidae, Calamoceratidae Leptophlebiidae.

- La cocha Sin Nombre registró las condiciones más desfavorables de los ambientes acuáticos evaluados; por presentar, olor similar al de hidrocarburos y películas iridiscentes propias de hidrocarburos; esto evidencia una degradación del hábitat que se ve reflejada en la presencia y abundancia taxones tolerantes y de amplio espectro de condiciones ambientales de los macroinvertebrados acuáticos, asimismo, los peces registrados también son considerados como tolerantes.

- El río Morona, es el cuerpo de agua evaluado más alejado del evento ocurrido en el 2016, en el punto de muestreo 148,PEC,Mor-1 aguas arriba de la confluencia con la quebrada Cashacaño presentó una mayor diversidad de peces comparado con los demás hábitats acuáticos evaluados; sin embargo, en el punto de muestreo 148,PEC,Mor-2 aguas abajo de la confluencia con la quebrada Cashacaño se observó la presencia de especies tolerantes de peces, de hábitos carnívoros y omnívoros. Con respecto al macrobentos aguas arriba se registraron pocos organismos y aguas abajo no se evidenciaron organismos, esto debido a que no se encontraron los hábitats adecuados para su desarrollo.

Flora silvestre

- En la evaluación de flora silvestre, la dinámica en estos 2 periodos (2016 y 2019) se observó que la parcela realizada en área blanco mantiene la dinámica propia de un ecosistema tropical, lo cual está corroborado por diversos estudios, en cambio, la parcela en área impactada, la dinámica muestra una gran alteración, producto del derrame ocasionado y de las actividades de contingencia de la eventualidad (limpieza).

- Con respecto al estado actual de la vegetación, observamos que en los primeros kilómetros del derrame, específicamente en la zona A (3 km aproximadamente) la recuperación es menor debido al aplicación agresiva de los protocolos de limpieza, no obstante a medida que se avanza en el área afectada, se observó, que la vegetación muestra una gradual mejora en la regeneración, presentando los 4 estratos en la estructura de bosque (brinzales-1, brinzales-2, latizales y fustales), lo que nos indica un ecosistema en recuperación, no obstante es necesario continuar con los monitoreo para poder evidenciar de una mejor manera esta potencial recuperación, para lo cual es necesario implementar planes de recuperación y reforestación de la flora.

<u>Dinámica poblacional</u>

- Al evaluar la composición florística registradas en las parcelas permanentes y la dinámica de ellas entre el 2016 y 2019, se observó una diferencia considerable entre la composición de especies y la abundancia de ellas en el periodo intercensal de las parcelas blanco CA-BL-01 e impactada CA-DE-01. Es así como, la parcela blanco para el 2019 registró (considerando muertos y reclutas) un total de 295 individuos y 107 especies de 289 y 99 especies registrados el 2016, es decir, para el 2019 se incluyeron 6 individuos y 6 especies.

- Asimismo, los valores para la tasa de mortalidad, reclutamiento y tasa de recambio en la parcela blanco, mantuvo valores similares a los estudios realizados por otros investigadores y en diferentes zonas de la amazonia, demostrando la alta capacidad que tienen los bosques de recuperarse de forma natural, mediante procesos como el reclutamiento y regeneración constante, variables que contribuyen a mantener la diversidad, densidad y estructura en equilibrio a través del tiempo.

- Del mismo modo ocurre en la parcela blanco, respecto a la estimación de la biomasa y su dinámica entre ambos años, ya que los valores de ganancia y perdida de biomasa por reclutamiento y mortalidad, están directamente relacionados a la dinámica de la diversidad y estructura del bosque.

- Lo contrario ocurre para la parcela en área impactada (CA-DE-01) donde la mortalidad de las especies e individuos fue catastrófica, ya que para el 2019 solamente se registró 35 individuos vivos, que corresponde a 23 especies, de 253 individuos y 97 especies registradas el 2016. Estos valores repercutieron directamente en las tasas de mortalidad, reclutamiento y tasa de recambio. Así como en la estimación de biomasa, evidentemente ocasionados por el derrame de hidrocarburo de petróleo y todas las actividades directa o indirectamente relacionadas a la limpieza de estas, en las áreas afectadas.

- El cálculo del índice de valor de importancia (IVI), para ambos años, también está directamente relacionado con la estructura (clase diamétrica), frecuencia, densidad y abundancia de los individuos, es así como, el valor para la parcela blanco no sufre variaciones significativas. No obstante, la parcela en área impactada cambia totalmente, ya que solamente sobrevivieron 35 de 253 especies. Sin embargo, es importante mencionar que, las especies registradas con mayor IVI el 2016, fueron las que sobrevivieron el 2019.

- Las actualizaciones de las listas de especies considerados en alguna categoría de protección, ha variado entre lo registrado para el 2016 y el 2019, ya que estas son revisadas y actualizadas anualmente, principalmente para la IUCN (2019). Es así que, para esta evaluación se incluye 44 especies en categoría LC (preocupación menor). Sin embargo, es importante mencionar que, se perdió la especie *Minquartia guianensis* (categorizada como NT el 2019) habiéndose registrado como muerto en la parcela CA-DE-01.

<u>Estado actual de la vegetación en el área afectada por el derrame ocurrido el 2016</u>

- Los 1109 individuos registrados en la evaluación de flora, para determinar el estado de la regeneración de la vegetación mostró que, las familias más abundantes fueron Melastomataceae, Fabaceae, Rubiaceae, Cyperaceae, Hipericaceae, Euphorbiaceae y Urticaceae, todas ellas típicos de bosques secundarios o en transición, ya que incluyen géneros y especies de crecimiento rápido, tales como *Miconia, Tococa, Macrolobium, Tachigali, Faramea, Psychotria, Cyperus* y *Scirpus*. Además de *Acalypha* y *Cecropia* como las más abundantes.

- En relación a la abundancia de géneros y especies que están presentes en los diferentes estratos de regeneración (brinzal-1, brinzal-2, latizal y fustal), estas son consistentes en cada parcela, es así que, las 2 primeras parcelas CA-DERR-01 y CA-DERR-02 contienen únicamente los estratos de brinzal-1 y brinzal-2, lo que indica que, en el tramo aproximado del km 0 + 000 al km 2 + 500, la regeneración

es mala y que no se evidencia planes de revegetación o reforestación bajo protocolos eficientes.

- Sin embargo, las parcelas subsiguientes CA-DER-03, CA-DERR-04, CA-DERR-05 para la zona A, y las parcelas CA-DERR-06 y CA-DERR-07 para la zona B, muestran una gradual mejora en la regeneración, ya que presentan los estratos brinzal-2, latizal y fustal. Además, se evidencia, que la agresividad en los protocolos de limpieza del hidrocarburo de petróleo fue menor, en relación con las 2 primeras parcelas. Es importante mencionar que, en todas estas parcelas se registraron individuos del estrato fustal, muertos en pie, lo que demostraría, los efectos colaterales del derrame (por la mayor incidencia de luz en algunas especies) conllevándolas a procesos de estrés fisiológico y posterior muerte.

- Finalmente, se identificó otros impactos que estarían aportando a la degradación del ecosistema, actividades de perturbación relacionadas indirectamente al derrame con hidrocarburo propiamente dicho, ya que se evidenció la tala de especies fuera de las zonas afectadas, incluso de individuos arbóreos que forman parte de la parcela blanco que sirve para monitorear el bosque en el tiempo. Asimismo, se registró la apertura de un acceso que atraviesa el bosque primario desde la tubería del ORN hasta la zona denominada estación 4 «tipo trocha carrozable», donde no se evidenció algún plan de cierre o revegetación del área aperturada.

Fauna silvestre - anfibios y reptiles

- La evaluación de anfibios y reptiles realizada en el área afectada por el derrame nos mostró el potencial retorno de ciertas poblaciones de este grupo en el área afectada, siendo los anfibios, el grupo de mayor presencia, los cuales son indicadores de calidad ambiental, sin embargo, es necesario continuar con el monitoreo de este grupo, para poder seguir midiendo en el tiempo el retorno de estas especies en el área afectada.

- En el área de estudio se registraron 19 especie de anfibios, siendo las especies *Pristimantis* cf. *carvalhoi* «cutín de Carvalho» y *Pristimantis luscombei* «cutín de Loreto» los anfibios más abundantes en toda el área de evaluación. Por otra parte, se registraron 8 especies de reptiles, teniendo a *Kentropyx pelviceps* «lagartija del bosque» como la especie con los mayores valores de abundancia.

- Los anfibios presentaron mayor abundancia en el área de estudio en comparación con los reptiles, en parte debido a que las evaluaciones se desarrollaron alrededor de cuerpos de agua afectados por el derrame de hidrocarburos.

- La diversidad de especies varió de acuerdo con el tipo de organismo en estudio; por un lado, la riqueza de anfibios fue ligeramente mayor en el área impactada que en el blanco; no obstante, la abundancia fue marcadamente mayor en el área blanco. Por otro lado, los reptiles presentaron mayor diversidad y abundancia en el área blanco.

- Las diferencias registradas entre las áreas de evaluación, respecto a la presencia de anfibios y reptiles, estuvieron relacionadas a la abundancia de cobertura vegetal que se presentan en ambas áreas, siendo mayor en el área blanco.

- Las especies *Ranitomeya variabilis* «sapito venenoso de líneas amarillas», *Boa constrictor* «mantona» y *Paleosuchus trigonatus* «caimán de frente lisa»

registradas durante la evaluación se encuentran incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017), el cual incluye a las especies que deben presentar un control sobre su comercialización a fin de que no se vea comprometida su supervivencia.

Fauna silvestre - mamíferos

- La evaluación de mamíferos silvestres en el área afectada por el derrame en el km 206+035, ha permitido corroborar el retorno de algunas especies en las zonas, siendo uno de los registros de importancia el de *Panthera onca* «otorongo», pues corresponde a una especie clímax en el equilibrio del ecosistema. Estos datos son de vital importancia, debido a que, durante la evaluación realizada en el 2016, no se logró obtener registro alguno de mamíferos silvestres en el área impacto, lo cual es una señal de la recuperación de la zona.

- En el área de estudio se registraron 12 especies de mamíferos silvestres, siendo el orden Rodentia el de mayor representatividad con 4 especies.

- Las evidencias mediante huellas fueron los más frecuentes, se identificaron 7 especies gracias a estos indicios durante la evaluación mediante el método de recorrido por transectos. Estas evidencias son fáciles de detectar en campo.

- Los índices de ocurrencia (IO) y de abundancia (IA) de Boddicker nos dan un indicio de las especies potencialmente presentes en el área de estudio, teniendo como especies confirmadas a *Proechimys* sp «sachacuy», *Tapirus terrestris* «sachavaca» y *Pecari tajacu* «sajino» por la combinación de 2 tipos de evidencias excepto el sachacuy que fue observado directamente.

- Las especies *Cuniculus paca* «majaz» y *Pecari tajacu* «sajino» fueron las más frecuentes con 9 y 5 registros independientes en las cámaras trampa. Por lo general estas especies son las más comunes en ambientes de bosque primario. El mayor número de registros independientes se dio en el área blanco aledaño a la zona A y menores en las zonas impactadas.

- Además de las 12 especies registradas en este estudio es posible que esta pueda incrementarse con un mayor esfuerzo de muestreo, específicamente con el método de cámaras trampa.

- No existe una diferencia significativa de la diversidad de especies entre las zonas de estudio, por ello se podría asumir que la distribución de mamíferos entre estos ambientes es equitativa. Sin embargo, hay especies que no han sido registradas en este periodo y por ende su retorno al área de estudio no ha sido confirmado, entre estas se encuentran *Sciurus* sp. «ardilla», *Tamandua tetradactyla* «oso hormiguero», *Sapajus apella* «mono negro», *Nasua nasua* «achuni», *Atelocynus microtis* «sachaperro», *Eira barbara* «manco» y *Leopardus wiedii* «tigrillo» registradas en el 2016.

- Se registraron 5 especies categorizadas en listas de conservación nacional e internacional (*Priodontes maximus* «yangunturu», *Leopardus pardalis* «tigrillo», *Panthera onca* «otorongo», *Tapirus terrestres* «tapir» y *Pecari tajacu* «sajino»), las cuales son de naturaleza susceptible y de amplia distribución.

4. RECOMENDACIONES

- Remitir a la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas para los fines que se estimen convenientes.

Atentamente:

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: LEON ANTUNEZ Milena Jenny FIR 31667148 hard
Cargo: Coordinadora de Sitios Impactados
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Por Armando Eneque Puicón Ejecutivo de la SSIM

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: CHUQUISENGO PICON Llojan FIR 43052135 hard
Cargo: Coordinador en Evaluación Ambiental en Energía
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

Visto este informe la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: GARCIA ARAGON Francisco (FIR31044541)
Cargo: Director de la Direccción de Evaluación Ambiental
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando los dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. Nª 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica e ingresando la siguiente clave: 04975779"

04975779

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS, FLORA Y FAUNA EN EL ÁREA AFECTADA POR EL DERRAME OCURRIDO EN EL KM 206+035 DEL RAMAL NORTE DEL OLEODUCTO NORPERUANO, UBICADO EN EL DISTRITO MORONA, PROVINCIA DATEM DEL MARAÑÓN, DEPARTAMENTO LORETO, DURANTE EL 2019

SUBDIRECCIÓN DE SITIOS IMPACTADOS

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

2019

Profesionales que aportaron a este documento:



Firmado digitalmente por: LEON ANTUNEZ Milena Jenny FIR 31667148 hard
Motivo: Por Armando Eneque Puicón Ejecutivo de la SSIM
Fecha: 30/10/2019 13:37:33-0500



Firmado digitalmente por: CHUQUISENGO PICON Llojan FIR 43052135 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/10/2019 13:36:31-0500



Firmado digitalmente por: GAMBOA MENDOZA Miriam Lizbeth FIR 70432856 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/10/2019 13:34:16-0500



Firmado digitalmente por: ESPINO CIUDAD Jessica Adela FIR 41434632 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/10/2019 13:34:50-0500



Firmado digitalmente por: CHAMA MOSCOSO Victor FIR 42129257 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/10/2019 13:32:58-0500



Firmado digitalmente por: RIOS GARCIA Jhony Angel FIR 05343747 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/10/2019 13:31:07-0500



Firmado digitalmente por: CHUNGA BENAVIDES Dany Ernesto FIR 44171532 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/10/2019 13:32:16-0500



Firmado digitalmente por: GUZMAN CALDAS Alfredo Leonardo FIR 44826285 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/10/2019 13:33:40-0500

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 10
2. ANTECEDENTES 12
3. OBJETIVO 14
3.1. Objetivo general 14
3.2. Objetivo específico 14
4. ÁREA DE ESTUDIO 14
5. METODOLOGÍA 18
5.1. Comunidades Hidrobiológicas 18
5.1.1. Guía utilizada para el muestreo 18
5.1.2. Ubicación de puntos de muestreo 18
5.1.3. Parámetros y métodos de análisis 22
5.1.4. Equipos utilizados 23
5.1.5. Aseguramiento de calidad 23
5.2. Flora silvestre 23
5.2.1. Guías utilizadas para la evaluación de flora silvestre 23
5.2.2. Ubicación de parcelas de flora silvestre 24
5.2.3. Parámetros y métodos de análisis 27
5.2.4. Equipos utilizados 28
5.2.5. Determinación taxonómica 28
5.3. Fauna Silvestre 30
5.3.1. Guías utilizadas para la evaluación de fauna silvestre 30
5.3.2. Ubicación de puntos 30
5.3.3. Parámetros y métodos de análisis 39
5.3.4. Equipos utilizados 40
5.3.5. Determinación taxonómica 40
5.4. Procesamiento de datos 41
5.4.1. Composición, estructura, riqueza y abundancia 41
5.4.2. Estimación de la riqueza esperada 47
5.4.3. Índice de diversidad 48
5.5. Determinación de especies endémicas y amenazadas 51
6. RESULTADOS 55
6.1. Comunidades hidrobiológicas 55
6.1.1. Macroinvertebrados bentónicos 55
6.1.2. Necton (peces) 58

6.1.3. Tejido en peces 64
6.2. Flora Silvestre 65
6.2.1. Dinámica Poblacional 66
6.2.2. Otros impactos 80
6.2.3. Especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio 82
6.3. Fauna Silvestre 83
6.3.1. Anfibios y reptiles 83
6.3.2. Mamíferos 93
7. DISCUSIÓN 103
7.1. Comunidades hidrobiológicas 103
7.2. Flora Silvestre 106
7.2.1. Composición y estructura arbórea 106
7.2.2. Estado actual de la vegetación en el área afectada por el derrame ocurrido el 2016. 111
7.3. Fauna silvestre - Anfibios y reptiles 116
7.4. Fauna silvestre - Mamíferos 121
8. CONCLUSIÓNES 128
8.1. Comunidades hidrobiológicas 128
8.2. Flora silvestre 128
a) Dinámica poblacional 129
b) Estado actual de la vegetación en el área afectada por el derrame ocurrido el 2016 130
8.3. Fauna silvestre - anfibios y reptiles 130
8.4. Fauna silvestre - mamíferos 131
9. REFERENCIAS 132
9.1. Comunidades hidrobiológicas 132
9.2. Flora silvestre 134
9.3. Anfibios y Reptiles 138
9.4. Mamíferos silvestres 141
10. ANEXOS 144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1. Guía de referencia para el muestreo de comunidades hidrobiológicas..... 18
Tabla 5.2. Puntos de muestreo/ muestras de hidrobiología en las zonas de estudio . 19
Tabla 5.3. Ubicación de los puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas 20
Tabla 5.4. Comunidades hidrobiológicas y métodos de análisis 23
Tabla 5.5. Referencias para la evaluación de flora arbórea utilizadas en el monitoreo del área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 24
Tabla 5.6. Ubicación de parcelas permanentes de muestreo de flora silvestre 25
Tabla 5.7. Guías de muestreo para la evaluación de fauna silvestre 30
Tabla 5.8. Ubicación de las búsquedas por encuentro visual (VES) evaluados en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 32
Tabla 5.9. Transectos de banda fija (TBF) evaluados en el área de estudio 33
Tabla 5.10. Coordenadas de ubicación de los transectos utilizados para el censo de mamíferos en el ámbito del área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 35
Tabla 5.11. Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa en el ámbito del área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 36
Tabla 5.12. Parámetros analizados en el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas, flora silvestre y fauna silvestre en el área de estudio 41
Tabla 5.13. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col..... 45
Tabla 5.14. Calidad de las aguas de acuerdo a la valoración del índice BMWP/Col 45
Tabla 5.15. Categorías y atributos considerados en el modelo IBI..... 46
Tabla 5.16. Calificación del estado de conservación de los cuerpos de agua, IBI..... 46
Tabla 5.17. Puntaje para diferentes tipos de evidencias según Boddicker 47
Tabla 5.18. Categorías de conservación Nacional e internacional para Flora y Fauna Silvestre 53
Tabla 6.1. Índices de diversidad alfa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la zona de evaluación 57
Tabla 6.2. Resultado del índice biótico BMWP/Col en los puntos de muestreo de la zona evaluada..... 57
Tabla 6.3. Composición taxonómica registradas en el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano..... 58
Tabla 6.4. Abundancia registrada en el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano..... 60
Tabla 6.5. Abundancia de las especies registradas el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano..... 61
Tabla 6.6. Índices de diversidad alfa de peces entre el km 206+035 del ramal norte del ONP 62
Tabla 6.7. Número de individuos, géneros y especies de árboles registrados para los años 2016 y 2019 65
Tabla 6.8. Dinámica de individuos en las parcelas permanentes del 2016 al 2019: Tasa de mortalidad, Tasa de reclutamiento y Tasa de recambio 67
Tabla 6.9. Dinámica de la biomasa (AGB) - 2016 al 2019: Tasa de mortalidad, Tasa de reclutamiento y Tasa de recambio 69

Tabla 6.10. Especies cortadas dentro de la parcela CA-BL-01 para uso de otras actividades 81
Tabla 6.11. Coordenadas de inicio y final de acceso para maquinaria pesada..... 81
Tabla 6.12. Especies de flora registradas en ambas parcelas durante el periodo censal 2016 – 2019 que están protegidas por el Estado Peruano o categorizados por la IUCN y CITES..... 82
Tabla 6.13. Riqueza de anfibios y reptiles registrados durante las evaluaciones realizadas en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 83
Tabla 6.14. Especies categorizadas de anfibios y reptiles registradas en el área de estudio..... 92
Tabla 6.15. Composición de mamíferos silvestres en el área de estudio..... 93
Tabla 6.16. Unidades y esfuerzo de muestreo por zona en el área de estudio..... 95
Tabla 6.17. Índice de ocurrencia (IO) e índice de abundancia (IA) de mamíferos en el área de estudio 96
Tabla 6.18. Esfuerzo de muestreo de cámaras trampa para la evaluación de mamíferos silvestres en el área de estudio 97
Tabla 6.19. Registros independientes de mamíferos silvestres por cámaras trampa en el área de estudio 98
Tabla 6.20. Valores del índice de similaridad de Jaccard entre las zonas en el área de estudio..... 100
Tabla 6.21. Lista de especies de mamíferos silvestres en categorías de conservación 103
Tabla 7.1. Comunidades hidrobiológicas evaluadas en la zona de estudio 103
Tabla 7.2. Biomasa aérea almacenada en diferentes lugares y por diferentes investigadores..... 109
Tabla 7.3. Abundancia de individuos en las 7 parcelas de regeneración (zona A y zona B)..... 113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Mapa de ubicación del ONP con parte del Ramal Norte y Tramos I y II 15
Figura 4.2. Mapa de ubicación del de los cuerpos de agua evaluados 16
Figura 4.3. Mapa de ubicación de las zonas de evaluación para flora y fauna silvestre 17
Figura 6.1. Riqueza de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos según orden en la zona de estudio..... 55
Figura 6.2. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos según orden en la zona de estudio 56
Figura 6.3. Riqueza de especies de peces registradas entre el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano..... 60
Figura 6.4. Abundancia de especies de peces registradas en el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano..... 61
Figura 6.5. Dendrograma de similaridad Bray Curtis de los puntos de muestreo en el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano 63
Figura 6.6. Estado de conservación de IBI en el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano..... 64
Figura 6.7. Número de individuos, géneros y especies de árboles para los años 2016 y 2019 65
Figura 6.8. Individuos muertos y reclutas en cada parcela evaluada 66
Figura 6.9. Índice de valor de importancia en la parcela CA-BL-01 (blanco) del 2016 y 2019 67
Figura 6.10. Índice de valor de importancia en la parcela CA-BL-01 (impactada) del 2016 y 2019 68
Figura 6.11. Abundancia de especies arbóreas en sub-parcelas blanco y derrame en 2016 y 2019 69
Figura 6.12. Estimación de biomasa (AGB) de parcelas CA-BL-01 y CA-DE-01 en 2016 y 2019 70
Figura 6.13. Clases diamétricas de árboles en las parcelas CA-BL-01 y CA-DE-01 entre 2016 y 2019 71
Figura 6.14. Composición de la flora en 7 parcelas para regeneración natural el 2019. 72
Figura 6.15. Composición y estructura de la flora en 5 parcelas de la zona A - regeneración natural por «estratos» el 2019..... 73
Figura 6.16. Dispersión de los individuos y especies en los 3 estratos – parcela CA-DERR-01 74
Figura 6.17. Dispersión de los individuos y especies en los 3 estratos – parcela CA-DERR-02 75
Figura 6.18. Dispersión de los individuos y especies en los 4 estratos – parcela CA-DERR-03 76
Figura 6.19. Dispersión de los individuos y especies en los 4 estratos – parcela CA-DERR-04 77
Figura 6.20. Dispersión de los individuos y especies en 3 estratos – parcela CA-DERR-05 78
Figura 6.21. Composición de la flora en 2 parcelas de la zona B - regeneración natural el 2019 78
Figura 6.22. Dispersión de los individuos y especies en 3 estratos – parcela CA-DERR-06 79

Figura 6.23. Dispersión de los individuos y especies en los 4 estratos – parcela CA-DERR-07 80
Figura 6.24. Evidencia de corte de árboles para diferentes actividades – parcela CA-BL-01 81
Figura 6.25. Evidencia de apertura de accesos sin actividades de cierre y sin reforestar 82
Figura 6.26. Abundancia relativa de las especies de anfibios registrados en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 84
Figura 6.27 Abundancia relativa de las especies de reptiles registrados en el área afectada por el derrame ocurrido en el Km 206+035 del Ramal Norte del ONP 85
Figura 6.28. Curva de acumulación de especies de anfibios y reptiles en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 86
Figura 6.29. Riqueza de especies de anfibios y reptiles por zonas evaluadas en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 87
Figura 6.30. Riqueza y abundancia de anfibios en el área impactada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 88
Figura 6.31. Riqueza y abundancia de reptiles en el área impactada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 88
Figura 6.32. Riqueza y abundancia de anfibios en el área blanco correspondiente al derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 89
Figura 6.33. Riqueza y abundancia de reptiles en el área blanco correspondiente al derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 89
Figura 6.34. Índices de diversidad de anfibios registrados en las zonas evaluadas 90
Figura 6.35. Índices de diversidad de reptiles registrados en las zonas evaluadas 91
Figura 6.36. Índices de similaridad de Morisita para los anfibios y reptiles registrados en los transectos evaluados, cuadro rojo: área impactada; cuadro verde: área blanco..... 92
Figura 6.37. Composición taxonómica de mamíferos según ordenes en el área de estudio 93
Figura 6.38. Riqueza de especies de mamíferos según el método utilizado..... 94
Figura 6.39. Registros obtenidos por transectos en el área de estudio..... 94
Figura 6.40. Registros independientes por cámaras trampa en el área de estudio..... 99
Figura 6.41. Composición de especies por zona de evaluación en el área de estudio .. 99
Figura 6.42. Diversidad de los mamíferos silvestres por zona de estudio..... 100
Figura 6.43. Cluster de similaridad de especies compartidas entre las zonas evaluadas 101
Figura 6.44. Curva de acumulación de especies de mamíferos silvestre en el área de estudio..... 102
Figura 7.1. Comparación de los resultados de riqueza e índice de calidad biótica BMWP/col en las evaluaciones del 2016 y 2019 105
Figura 7.2. Dinámica de la parcela blanco CA-BL-01 entre 2016 y 2019: **a.** CA-BL-01 el 2016; **b.** CA-BL-01 el 2019 107
Figura 7.3. Dinámica de la parcela en área impactada CA-DE-01 entre 2016 y 2019**: a.** CA-DE-01 el 2016; **b.** CA-DE-01 el 2019..... 107

Figura 7.4. Dinámica de la parcela en área impactada CA-DE-01 entre 2016 y 2019: **a.** Limpieza de hidrocarburo y desbroce - deforestación el 2016; b**.** Área afectada sin vegetación el 2019 108
Figura 7.5. Dinámica de la clase diamétrica (estructura) entre parcelas 2016 y 2019 109
Figura 7.6. Estratos de la regeneración (brinzal, latizal y fustal) en parcela CA-DERR-04 el 2019 111
Figura 7.7. Área que muestra los estratos evaluados en las parcelas: **a**. CA-DERR-01 y **b**. CA-DERR-02 112
Figura 7.8. Área que muestra el área evaluado en la parcela **a**. CA-DERR-01 y **b**. Imagen panorámica de aproximadamente 500 metros. 113
Figura 7.9. Fotos panorámicas de la parcela CA-DERR-04 114
Figura 7.10. Fotos panorámicas de la parcela CA-DERR-06 114
Figura 7.11. Impactos asociados al derrame de hidrocarburo km 206+035 115
Figura 7.12. Evidencias de espeices coratdas dentro de la parcela blanco **a**. Árbol vivo con placa 76; **b**. Corta «tala» de *Calophyllum brasiliense* con placa 77 y **c**. Árboles muertos (placas 84 y 92) quebrados por árbol de placa 77. 116
Figura 7.13. Áreas evaluadas en la zona de derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 117
Figura 7.14. Especies de anfibios y reptiles más abundantes registrados en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 118
Figura 7.15. Cuerpos de agua utilizados por los anfibios para completar sus ciclos reproductivos 119
Figura 7.16. *Paleosuchus trigonatus* «caimán de frente lisa» registrado en los cuerpos de agua evaluados 120
Figura 7.17. **a.** *Vitreorana ritae* «rana de cristal de puntos negros», **b.** *Ranitomeya variabilis* «Sapito venenoso de líneas amarillas» 121
Figura 7.18. Áreas evaluadas en la zona de derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 122
Figura 7.19. Número de especies de mamíferos silvestres por orden registrados en los estudios del 2016 y 2019 123
Figura 7.20. Especies de roedores registrados en zona blanco del Km 206+035 del Ramal Norte del ONP 124
Figura 7.21. Especie rara del orden Carnivora y familia Canidae registrado en zona blanco del Km 206+035 del Ramal Norte del ONP 124
Figura 7.22. Especies registradas por zona y área evaluada en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP 125
Figura 7.23. Registro de evidencias de especies de mamíferos categorizadas en listas de conservación nacional e internacional en el Km 206+035 del Ramal Norte del ONP 127

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de contaminación en el mundo son los derrames de petróleo, siendo en el Oleoducto Norperuano (ONP), el área afectada más recurrente en nuestro país, este Oleoducto conecta la selva con la costa y lo maneja PETROPERÚ, que es una empresa de propiedad del Estado y de derecho privado dedicada al transporte, refinación, distribución y comercialización de combustibles y otros productos derivados del petróleo, se creó el 24 de julio de 1969[1].

Los derrames de hidrocarburo representan un riesgo potencial que afectan negativamente la composición natural del aire, agua, suelo y principalmente las comunidades biológicas de flora y fauna, quienes sufren directamente las consecuencias de este impacto, como por ejemplo perdida de hábitats, zonas de reproducción y alimentación, entre otras; más aún, siendo algunas especies usadas por las poblaciones aledañas

La intensidad del impacto por los derrames de hidrocarburo, así como el periodo de las actividades de limpieza, puede afectar las condiciones ambientales, sensibilidad de los organismos y sus hábitats. Esta compleja interacción entre los hidrocarburos y los sistemas biológicos ha recibido una particular atención ya sea por el estado y por organismos particulares de índole ambiental, estableciéndose para las empresas responsables, realizar las acciones de mantenimiento, limpieza y rehabilitación de las áreas afectadas, las cuales se encuentran establecidas en el reglamento para la protección ambiental en las actividades de hidrocarburos[2], cuya finalidad es minimizar el daño potencial y real a la flora y fauna y a la salud humana, entre otras

Un modo de determinar la afectación del impacto sobres las comunidades biológicas, son las evaluaciones ambientales especializadas, las cuales permiten dilucidar el real efecto producido en el ambiente. Bajo esta premisa, la evaluación de la flora silvestre se presenta como uno de los estudios principales para cuantificar la extensión del daño ocasionado, siendo uno de los protocolos de mayor uso la instalación de parcelas permanentes (Leaño y Saravia, 1998), donde, en un área de bosque, todos los árboles existentes son identificados, medidos y etiquetados para evaluar su desarrollo en el tiempo y verificar los cambios en la vegetación

Otro aspecto importante corresponde al estudio de los diferentes grupos de fauna como: comunidades hidrobiológicas, peces, anfibios, reptiles y mamíferos, cuya presencia y ausencia nos brinda información real del impacto generado, y mediante su monitoreo constante permite medir el grado de recuperación de las zonas, convirtiéndose algunas especies en indicadores de calidad ambiental.

Los macroinvertebrados bentónicos, son organismos acuáticos que son muy utilizados como indicadores de la calidad ambiental ya que presentan una estrecha relación con el sustrato en dónde se desarrollan y pueden alimentarse, esto los hace ideales para analizar impactos, respondiendo como bioindicadores para evaluar el estado del ecosistema acuático, salubridad o estado ecológico de los ecosistemas fluviales por ello fueron utilizados en el presente estudio.

Asimismo, la comunidad de peces constituye un recurso de gran importancia para las comunidades amazónicas, además, juegan un rol importante para el mantenimiento de los procesos ecológicos en los ecosistemas acuáticos. Los peces participan en el reciclaje de

[1] Pérez, J.2008. Energía e Hidrocarburos: Breve reseña de la exploración y explotación de hidrocarburos en el Perú desde el punto de vista legal. Revista de derecho administrativo (8): 209-210.

[2] Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, Decreto Supremo N.°039-2014-EM.

nutrientes y en el control de otros eslabones de la cadena trófica, también intervienen en la dispersión de semillas, el transporte de nutrientes y en el consumo y transformación de material alóctono vegetal y animal (García-Dávila *et al*., 2018).

Los anfibios y reptiles son organismos importantes en la composición de los ecosistemas, formando parte de las cadenas tróficas en sus diferentes niveles (Khatiwada *et al*., 2016; Tafur y Velásquez, 2015) y como indicadores de la calidad del ambiente (Navas y Otani, 2007) permitiendo estudiar los cambios que se producen en el ambiente de forma temporal y espacial, de manera que se pueda monitorear sus poblaciones en su estado natural (Stebbins y Cohen, 1995; Carbajal y Urbina, 2008); por otro lado, los mamíferos brindan roles en el ecosistema como dispersión de semillas, polinización, control de plagas entre otras, de este modo la presencia de algunas especies podría indicar el grado de perturbación de una zona (Willig *et al*., 2007), ya sea por derrames de hidrocarburo o actividades vinculadas a este sector.

Debido a ello, se realizó el monitoreo de flora y fauna silvestre en el área afectada por el derrame en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano, ya que esta información permitirá analizar, interpretar y evidenciar los efectos posteriores a la remediación ambiental realizada en la zona afectada por el derrame de hidrocarburo.

El presente informe corresponde al monitoreo de las comunidades hidrobiológicas, flora y fauna, como parte del monitoreo realizado durante el 2019, en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano. Este informe contiene los resultados, análisis, comparaciones, discusiones y conclusiones de los estudios realizados por el equipo de flora y fauna de la coordinación de Energía de la Subdirección de Sitios Impactados de la Dirección de Evaluación Ambiental del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) como parte del plan de supervisión Nº 0227-2019.

2. ANTECEDENTES

Posterior a la confirmación del derrame ocurrido en el Km 206+035, Petroperú pone en marcha el plan de Acción y Remediación Ambiental de la contingencia Ambiental del km 206+035 del ORN. El 30 de marzo de 2016, mediante Carta N.° OLEO-272-2016[3], Petroperú presentó el primer informe de avance al 8,33%. El 30 de mayo de 2019, mediante Carta N.° JCGO-303-2019[4], Petroperú presentó el Informe Final de Trabajos realizados en el km 206+035 del ORN, entre los que se encuentra la disposición final de los residuos sólidos.

En atención a lo sucedido, el OEFA a través de la Dirección de Supervisión realizó supervisiones ambientales, a efectos de verificar las posibles causas que originaron el derrame de petróleo crudo, el grado de afectación ocasionado al ambiente, las acciones tomadas por el administrado frente a este derrame y se activó oportunamente el Plan de Contingencia.

OEFA a través de la Dirección de Supervisión en Energía y Minas (en adelante DSEM) realizó diversas visitas durante las actividades destinadas de contingencia del derrame en el km 206+035 generando diversos informes de supervisión. Del 6 al 11 de febrero de 2016, la Dirección de Supervisión en Energía y Minas (DSEM) del OEFA realizó una supervisión especial de atención a la emergencia ambiental (primera supervisión especial), cuyos resultados fueron recogidos en el Informe de Supervisión N.° 632-2016-OEFA/DS-HID y en el Informe Complementario N.°1170-2016-OEFA/DS-HID.

Del 14 al 18 de febrero del 2016, la Oficina Descentralizada de Loreto (OD Loreto) realizó una supervisión especial de atención a la emergencia ambiental (segunda supervisión especial), cuyos resultados fueron recogidos en el Informe de Supervisión N°307-2016-OEFA/DS-HID.

La DSEM en ejercicio de sus funciones genera dicta una Medida Preventiva (medida administrativa) el 15 de febrero del 2016, mediante Resolución Directoral N° 012-2016-OEFA/DS, ordenando el mantenimiento efectivo, inmediato e integral respecto de aquellas secciones del ducto que no habrían sufrido un deterioro severo o significativo, y, el reemplazo del ducto respecto de aquellas secciones que sufrieron un deterioro severo o significativo.

En el contexto de la función evaluadora y con la finalidad de conocer el estado de la calidad ambiental en las zonas afectadas, la Dirección de Evaluación del OEFA[5] programó la ejecución de un monitoreo ambiental del 31 de marzo al 22 de abril de 2016 para evaluar los componentes ambientales: agua, sedimento, suelo, hidrobiología, flora y fauna, a la altura del km 206+031 del Ramal Norte del ONP, ubicado en el distrito Morona, provincia Datem del Marañón, departamento Loreto.

El 22 de abril de 2016, mediante la Resolución N.° 206-2016-OEFA/TFA-SEE, el Tribunal de Fiscalización Ambiental confirmó la medida preventiva ordenada por la Dirección de Supervisión. Por último, el 23 de mayo de 2016, la Dirección de Fiscalización y Aplicación de Incentivos (DFAI) emitió la Resolución Directoral N.° 720-2016-OEFA/DFSAI, mediante la cual se da por incumplida la medida preventiva dictada a través de la Resolución Directoral N.° 012-2016-OEFA/DS, en tanto Petroperú no presentó un cronograma de las acciones de mantenimiento efectivo, inmediato e integral de las secciones del Oleoducto Norperuano.

[3] Hoja de Trámite N° 2016-E01-023939
[4] Hoja de Trámite N° 2019-E17-054970
[5] Actualmente Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM), según Decreto Supremo N.°013-2017-MINAM. Reglamento de Organizaión y Funciones (ROF) del OEFA.

Paralelo a ello la DSEM realizó 5 visitas adicionales en el 2016, estas visitas consideradas como una supervisión especial de seguimiento a la emergencia ambiental obtuvieron resultados los cuales fueron recogidos en distintos informes de supervisión, siendo las últimas supervisiones, las realizadas del 3 al 8 de mayo del 2017 y del 20 al 24 de noviembre de 2017, cuyos resultados fueron recogidos en los informes de supervisión N.° 568-2017-OEFA/DS-HID y N.° 017-2018-OEFA/DS-HID respectivamente. Asimismo, es importante mencionar que, del 16 al 18 de noviembre de 2016, la DSEM realizó una supervisión especial de gabinete, cuyos resultados fueron recogidos en el Informe de Supervisión N.°136-2017-OEFA/DS-HID.

Los resultados obtenidos del primer monitoreo ambiental se presentan en el informe N.° 153-2016-0EFA/DE-SDCA con título «Informe del monitoreo ambiental de la calidad de agua, sedimento y suelo, hidrobiología, flora y fauna realizado del 31 de marzo al 22 de abril de 2016». Asimismo, el 12 de agosto de 2016, se llevó a cabo la mesa de diálogo para la comunidad nativa de Mayuriaga, que fue una continuación de la sesión con arreglo a la Resolución Ministerial N.° 144-2016-PCM5, en donde el OEFA se comprometió a realizar un monitoreo ambiental con participación ciudadana a realizarse en octubre del presente año.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el Informe N.° 153-2016-0EFA/DE-SDCA y coincidiendo con lo recomendado en tal informe, en atención a la función evaluadora y al compromiso asumido en la mesa de diálogo del 12 de agosto de 2016, la Dirección de Evaluación realizó un segundo monitoreo ambiental de calidad de agua, sedimento, suelo e hidrobiología del 23 al 31 de octubre de 2016, en las zonas y cuerpos de agua afectados por el derrame de petróleo ocurrido a la altura del kilómetro 206+031 del oleoducto norperuano, ubicado en el distrito de Morona, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto.

OEFA a través de la Dirección de Fiscalización Ambiental dictamina su primer Procedimiento Administrativo Sancionador (en adelante PAS) el 22 de diciembre del 2017, mediante Resolución Directoral N.° 1712-2017-OEFA/DFSAI se declaró la responsabilidad administrativa de Petroperú por la comisión de infracciones relacionadas a la emergencia ambiental.

El 2 de mayo de 2018, mediante Resolución N.° 103-2018-OEFA/TFA-SMEPIM, el Tribunal de Fiscalización Ambiental declaró la nulidad de la Resolución Directoral N.° 1712-2017-OEFA/DFSAI, y ordenó retrotraer el PAS al momento en que se produjo el vicio de nulidad. El 13 de mayo de 2018, mediante Resolución N.° 1302-2018-OEFA/DFAI se declaró el archivo del primer PAS[6] contra Petroperú.

EL segundo PAS de la DFAI inicio el 17 de julio de 2019, mediante Resolución Directoral N.° 1060-2019-OEFA/DFAI, donde se declaró la responsabilidad administrativa de Petroperú, imponiendo una multa ascendente a 20,780.43 UIT,[7] por la comisión de ocho (8) conductas infractoras relacionadas al derrame ocurrido en el km 206+035 del ORN, entre las que destacan Incumplimiento de lo establecido en el PAMA, al haberse detectado que no se realizaron las acciones de mantenimiento en el km 206+035 del ORN generando daño potencial, real a la flora y fauna, daño potencial y real a la salud Humana, entre otras.

Con estos antecedentes, se propone realizar la supervisión ambiental en el área afectada del km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano incluyendo una evaluación de las comunidades hidrobiológicas, flora y fauna, en la época seca de 2019 (del 2 al 15 de

[6] Caducidad del PAS.
[7] Por las conductas infractoras del administrado relacionadas al derrame del km 206+035 del ORN y al derrame del km. 440+798 del Tramo II del ONP.

setiembre de 2019). Donde, el componente flora silvestre enfoco su evaluación en la flora arbórea y en la regeneración natural, mientras que el componente fauna silvestre, en el monitoreo de mamíferos, anfibios y reptiles.

Debido a ello se propone realizar la evaluación de las comunidades hidrobiológicas, flora y fauna silvestre en el área afectada por el derrame en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano, ya que esta información permitirá analizar, interpretar y evidenciar los efectos posteriores a la remediación ambiental realizada por el administrado.

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo general

Evaluar el estado actual de las comunidades hidrobiológicas, flora y fauna en el área afectada por el derrame ocurrido el 3 de febrero del 2016 en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano, ubicado en el distrito Morona, provincia Datem del Marañón, departamento Loreto.

3.2. Objetivo específico

- Evaluar las comunidades hidrobiológicas en las quebradas adyacentes al área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano.

- Evaluar la dinámica de la composición, estructura y biomasa arbórea de 2 parcelas permanentes en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano entre los años 2016 y 2019.

- Determinar el estado actual de la vegetación en el área afectada por el ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano el 2016.

- Evaluar la presencia de la fauna silvestre (mamíferos mayores, anfibios y reptiles) presentes en el área blanco como en el área impactada del derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El Oleoducto Norperuano (ONP) de la empresa Petroperú, es una instalación que sirve para el transporte de petróleo crudo desde 2 puntos en el departamento de Loreto (Andoas y Estación 1) hasta el terminal Bayóvar en Piura. El Ramal Norte conecta la estación Andoas hasta la estación 5, atravesando unos 252 km en ese recorrido. Por otro lado, el Tramo I enlaza unos 306 km desde la estación 1 a la estación 5; finalmente, el Tramo II conecta la estación 5 hasta el terminal Bayóvar, con 550 km de extensión. El tendido de los tubos de los Tramos I y II se realizó entre los años 1974 y 1976 y más tarde, en 1978, finalizó la construcción del Ramal Norte. Desde entonces, se viene conduciendo el petróleo crudo desde la región de la selva hasta el puerto Bayóvar en la costa. En la Figura 4.1 se presenta la ubicación del ONP con parte del Ramal Norte y Tramos I y II.

Por otra parte, es preciso indicar que el sitio de derrame de petróleo crudo ocurrió en la progresiva km 206 + 035 del Ramal Norte. Por dicho sitio cruza una quebrada Sin Nombre que llega hasta la quebrada Cashacaño (coordenadas UTM WGS84 18M 0244084E 9528785N), y esta confluye con el río Morona que desemboca en el río Marañón. Asimismo, se precisa que la quebrada Cashacaño alimenta la laguna Cashacaño por el lado sur de esta (coordenadas UTM WGS54 18M 0251131E 9527342N).

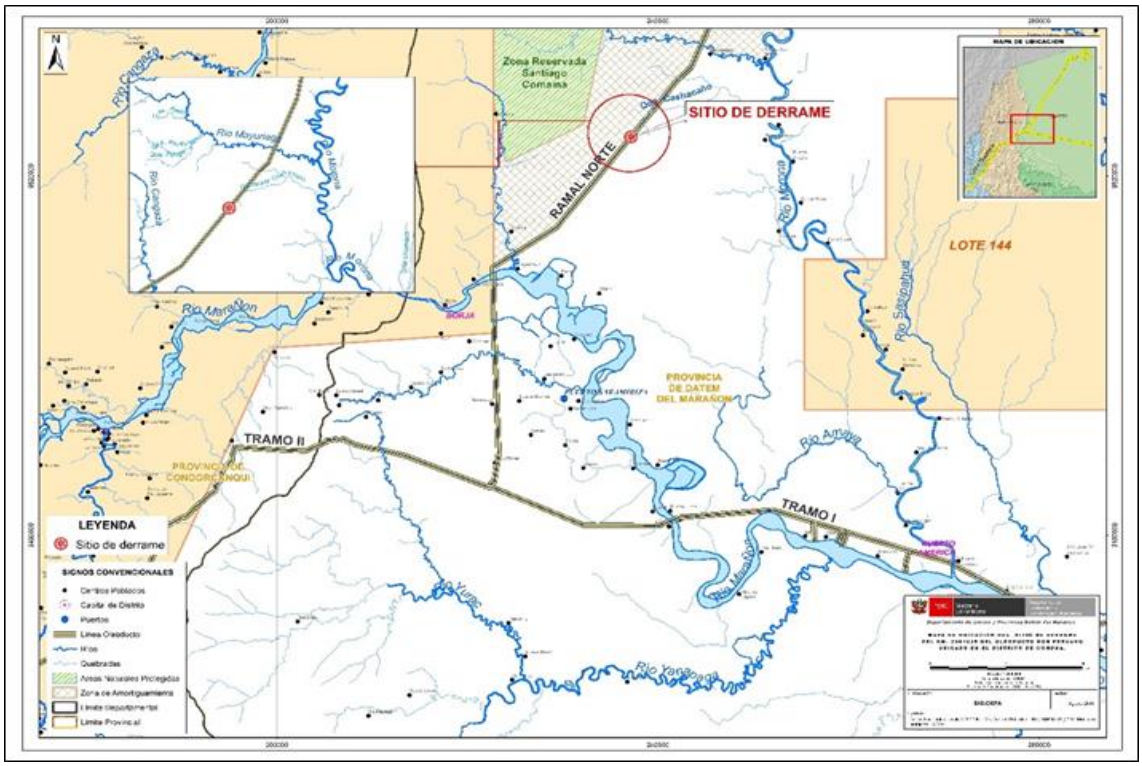


Figura 4.1. Mapa de ubicación del ONP con parte del Ramal Norte y Tramos I y II

El área de estudio para el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas, abarcó los cuerpos de agua mencionados (quebradas Sin Nombre y Cashacaño, y el río Morona). Así como una pequeña cocha Sin Nombre de aproximadamente 168 m^2 de área, el cual se conecta por la margen izquierda a la quebrada Cashacaño.

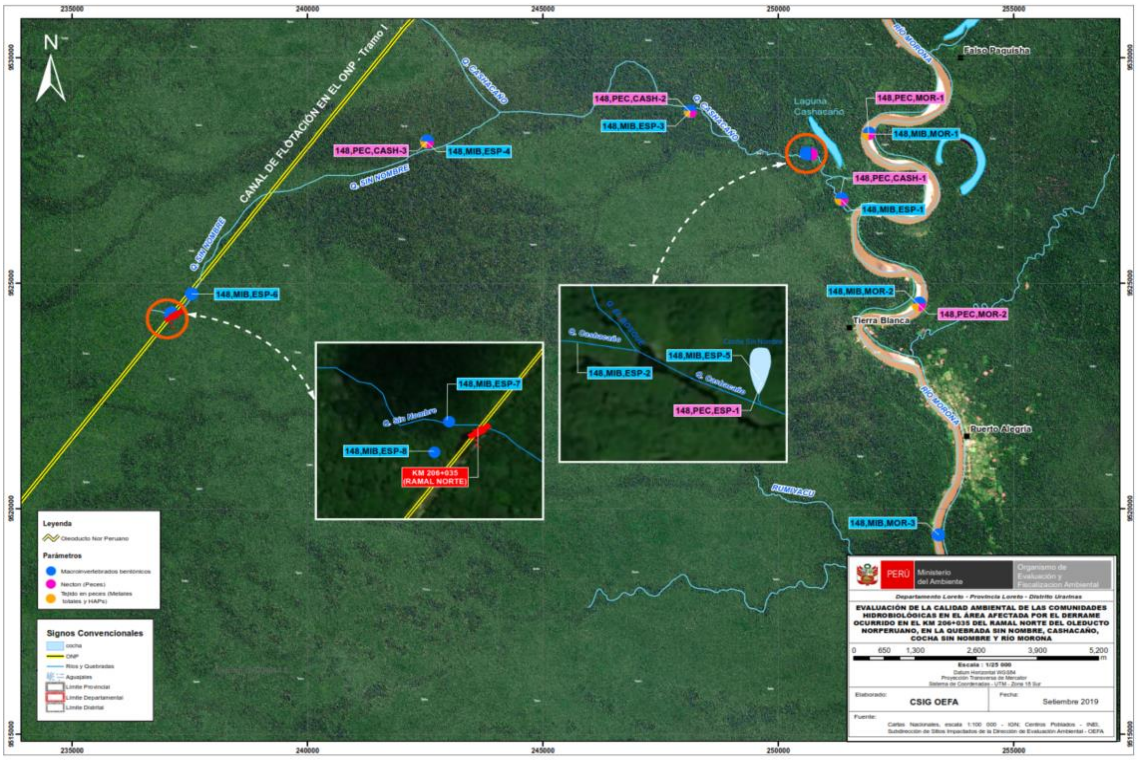


Figura 4.2. Mapa de ubicación del de los cuerpos de agua evaluados

El área de estudio para la evaluación de flora y fauna silvestre, abarcó desde el km 0 del área afectada por el derrame en el km 206+035 hasta el km 12+100. Para un mejor enfoque se dividió el área de estudio en 2 zonas, las cuales fueron establecidas según el plan de supervisión ambiental N.º 0227-2019, estas fueron:

- Zona A: Comprende desde el km 0 del derrame hasta el km 7+100.
- Zona B: Comprende desde el km 7+100 hasta el km 12+100.

Es importante mencionar que para un mejor análisis cada zona de evaluación comprendió 2 áreas muy bien diferenciadas:

- Área impactada: Comprende al ámbito de la quebrada Sin Nombre hasta la confluencia con la quebrada Cashacaño, con un total de área afectada[8] de 1,264,032 m^2 y una longitud de 27,077 m.
- Área blanco: Comprende a los alrededores de la quebrada Sin Nombre circúndate al área impactada correspondiente a cada zona (A y B).

[8] Informe final del Plan de Acción y Remediación de la Contingencia Ambiental km 206+035 del Oleoducto Ramal Norte. Presentado a la Oficina Desconcentrada (ODE) Piura mediante Carta JCGO-302-2019 el 30 de mayo de 2019.

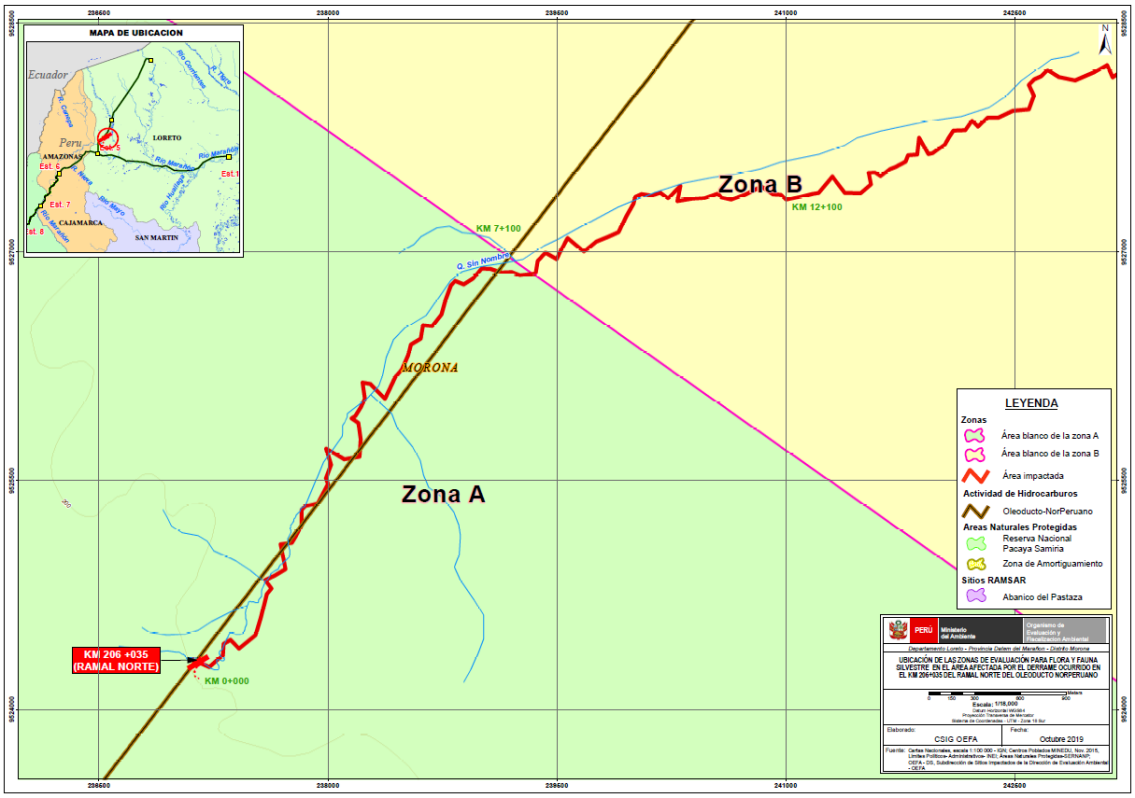


Figura 4.3. Mapa de ubicación de las zonas de evaluación para flora y fauna silvestre

5. METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta la metodología empleada en el monitoreo del área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano, ubicado en el distrito Morona, provincia Datem del Marañón, Departamento Loreto. Dicha metodología está dividida para cada uno de los componentes y subcomponentes ambientales evaluados (comunidades hidrobiológicas, flora y fauna).

5.1. Comunidades Hidrobiológicas

En este apartado, se presenta información relacionada a los métodos empleados en la evaluación de las comunidades hidrobiológicas (macroinvertebrados bentónicos, peces), siendo utilizadas ampliamente como indicadoras de la calidad del medio acuático (Roldán, 2003). Adicionalmente, para el caso de la comunidad de peces se colectó tejido para el análisis de HAP (hidrocarburos aromáticos policíclicos) y metales totales.

5.1.1. Guía utilizada para el muestreo

En la Tabla 5.1 se presenta la guía de referencia nacional para el muestreo de comunidades hidrobiológicas, donde se describen las diferentes técnicas de muestreo, y de las cuales se eligieron las aplicables a la zona de trabajo:

Tabla 5.1. Guía de referencia para el muestreo de comunidades hidrobiológicas

Matriz	Autoridad emisora	País	Referencia	Año	Sección
Hidrobiología	Ministerio del Ambiente (Minam)	Perú	Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú	2014	5.1.2 Técnicas de colecta – bentos- (macroinvertebrados)
					6.1.2 Diseño del muestreo – necton (peces)

5.1.2. Ubicación de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo fueron ubicados en los cuerpos de agua (quebrada Sin nombre, quebrada Cashacaño y Río Morona) con influencia por la emergencia ambiental en el km 206+35 del ORN ocurrida el 3 de febrero de 2016, adicionalmente se encontró un pequeño humedal Sin Nombre (pequeña cocha), el cual se conecta por la margen izquierda a la quebrada Cashacaño que también fue evaluado. Respecto a la quebrada Sin Nombre y río Morona, se ubicaron puntos aguas arriba con la finalidad de tener puntos control de la afectación. Asimismo, se planteó puntos aguas arriba de la quebrada Cashacaño y la evaluación de la laguna Cashacaño sin embargo por la no accesibilidad en campo no pudieron ser evaluados.

Se evaluó un total de 11 puntos de muestreo para la colecta de macrobentos y 6 puntos de muestreo para la colecta de peces. En la Tabla 5.2 se presentan las comunidades hidrobiológicas evaluadas por zona de estudio y puntos de muestreo.

El esfuerzo de muestreo empleado fue el mismo en todos los puntos evaluados. Sin embargo, en el caso de peces en la cocha Sin Nombre no se logró la colecta necesaria de individuos para el análisis de tejido debido al pequeño tamaño de los peces.

Tabla 5.2. Puntos de muestreo/ muestras de hidrobiología en las zonas de estudio

Zona de estudio	Comunidades hidrobiológicas	Puntos de muestreo/muestras	Cantidad
Quebrada Cashacaño	Macroinvertebrados bentónicos	148, MIB, ESP-1;148, MIB, ESP-2; 148, MIB, ESP-3	3
	Peces	148,PEC,CASH-1; 148,PEC,CASH-2	2
	Colecta de tejido** (HAP)	148, PEC-Cash-1,Tej-1; 148; PEC-Cash-1,Tej-2; 148, PEC-Cash-1,Tej-3; 148, PEC-Cash-1,Tej-4; 148, PEC-Cash-1,Tej-5; 148, PEC-Cash-1,Tej-6; 148, PEC-Cash-1,Tej-7; 148, PEC-Cash-1,Tej-7-h; 148, PEC-Cash-1,Tej-8; 148, PEC-Cash-1,Tej-9; 148, PEC-Cash-1,Tej-10; 148, PEC-Cash-1,Tej-11; 148, PEC-Cash-1,Tej-12; 148, PEC-Cash-1,Tej-13; 148, PEC-Cash-2,Tej-1; 148, PEC-Cash-2,Tej-2	16
	Colecta de tejido** (metales)	148; PEC-Cash-1,Tej-2; 148, PEC-Cash-1,Tej-3; 148, PEC-Cash-1,Tej-4; 148, PEC-Cash-1,Tej-5; 148, PEC-Cash-1,Tej-6; 148, PEC-Cash-1,Tej-7; 148, PEC-Cash-1,Tej-8; 148, PEC-Cash-1,Tej-9; 148, PEC-Cash-1,Tej-10; 148, PEC-Cash-1,Tej-11; 148, PEC-Cash-1,Tej-12; 148, PEC-Cash-2,Tej-1; 148, PEC-Cash-2,Tej-2	13
Quebrada Sin Nombre	Macroinvertebrados bentónicos	148, MIB, ESP-4; 148, MIB, ESP-6; 148, MIB, ESP-7; 148, MIB, ESP-8	4
	Peces	148,PEC,CASH-3	1
	Colecta de tejido**(HAP)	148, PEC-Cash-3,Tej-1	1
	Colecta de tejido** (metales)	148, PEC-Cash-3,Tej-1	1
Cocha Sin Nombre	Macroinvertebrados bentónicos	148, MIB, ESP-5	1
	Peces	148,PEC,ESP-1*	1
Río Morona	Macroinvertebrados bentónicos	148, MIB, MOR-1; 148, MIB, MOR-2; 148, MIB, MOR-3	3
	Peces	148,PEC,MOR-1; 148,PEC,MOR-2	2
	Colecta de tejido**(HAP)	148, PEC-Mor-1,Tej-1; 148, PEC-Mor-1,Tej-2; 148, PEC-Mor-1,Tej-2-h; 148, PEC-Mor-1Tej-3; 148, PEC-Mor-1,Tej-4; 148, PEC-Mor-1,Tej-5; 148, PEC-Mor-2,Tej-1	7
	Colecta de tejido** (metales)	148, PEC-Mor-1,Tej-1; 148, PEC-Mor-1,Tej-2; 148, PEC-Mor-1Tej-3; 148, PEC-Mor-1,Tej-4; 148, PEC-Mor-2,Tej-1	5

(*) No se logró realizar el análisis de tejido de peces
(**) Corresponde a las muestras analizadas de tejidos en peces
HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos

La descripción de los puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas se presenta en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Ubicación de los puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas

N.°	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	148,MIB,ESP-1	251343	9526844	134	Punto de muestreo localizada en la quebrada Cashacaño, a 475 m aproximadamente aguas arriba -en dirección noroeste- de la desembocadura de referida quebrada en el río Morona. Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
2	148,MIB,ESP-2	250601	9527890	138	Punto de muestreo localizado en la quebrada Cashacaño, a 2.3 km aproximadamente aguas arriba - en dirección noroeste- de la desembocadura de referida quebrada en el río Morona. Asimismo, se ubica a 30 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia de las quebradas El Bosque y Cashacaño (coordenadas UTM WGS84 18M 250630E 9527889N). Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
3	148,MIB,ESP-3	248128	9528804	128	Punto de muestreo localizado en la quebrada Cashacaño, adyacente al área donde anteriormente se ubicaba el campamento 3 de Petroperú, y a 6,5 km aproximadamente aguas arriba- en dirección noroeste- de la desembocadura de referida quebrada con el río Morona. Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
4	148,MIB,ESP-4	242534	9528129	169	Punto de muestreo localizado en la quebrada Sin Nombre, a 2.9 km aprox aguas arriba -en dirección suroeste- de la confluencia de las quebradas Sin Nombre y Cashacaño (coordenadas UTM WGS84 18M 244084E 9528785N). Asimismo, se ubica a 1,6 k aproximadamente al oeste del área donde anteriormente se ubicaba el campamento 5. Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
5	148,MIB,ESP-5	250692	9527861	128	Punto de muestreo localizado en el humedal Sin Nombre (pequeña cocha), el cual se conecta por la margen izquierda -a través de un caño por donde discurren sus aguas- a la quebrada Cashacaño. Asimismo, se ubica a 70 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia de las quebradas El Bosque y Cashacaño. Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
6	148,MIB,ESP-6	237544	9524765	186	Punto de muestreo localizado en la quebrada Sin Nombre, a 827 m aproximadamente aguas abajo -en dirección noreste-de la zona del derrame (km 206+035 ONP Ramal Norte). Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
7	148,MIB,ESP-7	237116	9524329	197	Punto de muestreo localizado en la naciente de la quebrada Sin Nombre, a 3**0** m aproximadamente aguas arriba -en dirección noroeste-de la zona del derrame (km 206+035 ONP Ramal Norte). Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
8	148,MIB,ESP-8	237104	9524303	198	Punto de muestreo localizado en la quebrada Sin Nombre, a 50 m aproximadamente aguas arriba -en dirección suroeste- de la zona del derrame (km 206+035 ONP Ramal Norte). Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
9	148,MIB,MOR-1	251916	9528312	137	Punto de muestreo localizado en el río Morona, a 4,3 km aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Cashacaño al río en mención. Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
10	148,MIB,MOR-2	252979	9524524	141	Punto de muestreo localizado en el río Morona, a 2,8 km aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Cashacaño al río Morona. Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
11	148,MIB,MOR-3	253405	9519421	146	Punto de muestreo localizado en el río Morona, a 10 km aproximadamente aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Cashacaño al río Morona, y a 2 km aguas

N.°	Código del punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
					abajo de la localidad de Puerto Alegría. Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
12	148,PEC,CASH-1	251153	9527329	122	Punto de muestreo localizada en la quebrada Cashacaño, a 475 m aproximadamente aguas arriba -en dirección noroeste- de la desembocadura de referida quebrada en el río Morona. Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
13	148,PEC,ESP-1	0251333	9526862	128	Punto de muestreo localizado en la quebrada Cashacaño, a 2,3 km aproximadamente aguas arriba - en dirección noroeste- de la desembocadura de referida quebrada en el río Morona. Asimismo, se ubica a 30 m aprox aguas arriba de la confluencia de las quebradas El Bosque y Cashacaño (coordenadas UTM WGS84 18M 250630E 9527889N). Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
14	148,PEC,CASH-2	248128	9528804	128	Punto de muestreo localizado en la quebrada Cashacaño, adyacente al área donde anteriormente se ubicaba el campamento 3 de Petroperú, y a 6,5 km aproximadamente aguas arriba- en dirección noroeste- de la desembocadura de referida quebrada con el río Morona. Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
15	148,PEC,CASH-3	242534	9528129	169	Punto de muestreo localizado en la quebrada Sin Nombre, a 2,9 km aproximadamente aguas arriba -en dirección suroeste- de la confluencia de las quebradas Sin Nombre y Cashacaño (coordenadas UTM WGS84 18M 244084E 9528785N). Asimismo, se ubica a 1,6 k aproximadamente al oeste del área donde anteriormente se ubicaba el campamento 5. Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
16	148,PEC,MOR-1	251916	9528312	137	Punto de muestreo localizado en el humedal Sin Nombre (pequeña cocha), el cual se conecta por la margen izquierda -a través de un caño por donde discurren sus aguas- a la quebrada Cashacaño. Asimismo, se ubica a 70 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia de las quebradas El Bosque y Cashacaño. Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.
17	148,PEC,MOR-2	252979	9524524	141	Punto de muestreo localizado en la quebrada Sin Nombre, a 827 m aproximadamente aguas abajo -en dirección noreste-de la zona del derrame (km 206+035 ONP Ramal Norte). Se tomó una muestra compuesta de macrobentos.

Notas: La precisión de las coordenadas en todos los puntos de muestreo fue de ±3 m.
Fuente: Anexo 1 (Reporte de campo).

5.1.3. Parámetros y métodos de análisis

En esta sección se detallan los parámetros analizados y las metodologías empleadas para el análisis de los datos según la metodología aplicada. Los resultados de la determinación de las diferentes especies registradas, así como la sistematización de resultados se encuentran en el Anexo 2 (reporte de resultados).

Para la evaluación de las comunidades hidrobiológicas se utilizaron los siguientes métodos de colecta según el grupo a evaluar:

5.1.3.1. Macroinvertebrados bentónicos

Para la colecta de muestras de macroinvertebrados bentónicos en todos los microhábitas disponibles de la estación de monitoreo se utilizó 3 tipos de muestreadores. El primero corresponde al uso de una red surber con un área de 0,09 m^2, el segundo corresponde al uso de una red tipo D-net en orillas y hábitats dónde por las características del cuerpo de agua como profundidades mayores a 1 m no era recomendable el uso de una red surber, y el tercero corresponde a una draga Van Veen con un área de 0,05 m^2. En todas las estaciones de monitoreo se obtuvo una muestra compuesta con un área total de 0,54 m^2, que fue vertida en recipientes de 1L, preservada con etanol al 96 % y etiquetada para su posterior análisis.

5.1.3.2. Necton (Peces)

La colecta de peces se realizó con la finalidad de realizar los análisis de la presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y metales pesados en peces, para ello se utilizaron varias artes de pesca, entre ellas: se utilizó red agallera de 3” de abertura de malla y 20 m de largo ubicadas en zonas estratégicas en cada estación de muestreo, dejándolas por un periodo variado (debido a las condiciones que se presentó en campo) desde 3 a 12 horas aproximadamente; red de arrastre de 5 m x 3 m de 5 mm de abertura de malla con 5 réplicas; red atarraya de 2,5’’ de abertura de malla realizando 10 lances; una red de mano (cal cal) con 10 lances de esfuerzo y también se utilizó anzuelos con carnada. Los ejemplares colectados fueron colocados en un balde con agua para ser evaluados, se realizó la medición de longitud total, longitud estándar, ancho y peso; los ejemplares más grandes y abundantes se depositaron en un *cooler* con *ice packs* para realizar el tratamiento de extracción de tejido y evitar su descomposición, algunos se liberaron previo registro fotográfico y otros se colectaron para la identificación taxonómica, estos últimos fueron fijados inmediatamente en formol al 10 % por un periodo de 24 a 48 horas. Posteriormente, se enjuagaron con agua destilada, se envolvieron en gasa, se colocaron en una solución de etanol al 96 % en bolsas herméticas y se etiquetaron con los datos de los puntos de muestreo.

5.1.3.3. Tejido

Para el caso de la coleta de tejido se realizó la selección de peces teniendo en consideración 3 aspectos: abundancia registrada en la zona de muestreo, importancia por grupo trófico al que pertenece la especie y preferencia de los pobladores para su consumo. Cada ejemplar seleccionado fue medido, pesado y fileteado considerando los lineamientos brindados por el laboratorio. Finalmente, manteniendo la cadena de frio, el tejido (muscular y de hígado) fue trasladado a ALS LS PERÚ S.A.C. donde se realizaron los análisis correspondientes a HAP y metales totales.

6.1.3.1. Métodos de análisis

Las comunidades hidrobiológicas evaluadas y los métodos de análisis empleados se presentan en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4. Comunidades hidrobiológicas y métodos de análisis

N.°	Comunidades hidrobiológicas	Método de análisis / unidades	Cantidad
1	Macroinvertebrados bentónicos*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10500 C.1,2. 23rd. Ed. 2017.Benthic Macroinvertebrates, Sample Processing and Analysis../ Organisms / 0,54 m^2	11
2	Peces*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10600. A, D.1.a, D.1.c, D.3.e. 23rd. Ed. 2017. Fishes. Analysis of collection./ Número de Individuos	6
3	HAP en tejido (peces)	EPA 6020 A Rev. 1 February 2007(Validado)	24
4	Metales en tejido (peces)	EPA Method 200.3 Rev. 1 April (1991) / EPA Method 6010 D Rev. 5 July (2018) (Validado Modificado, 2019)	19

*La identificación taxonómica de las muestras fue realizada por NSF INASSA S.A.C.
HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos.
Fuente: Metodologías de ensayo-Anexo 2 (Reporte de resultados)

5.1.4. Equipos utilizados

Para el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas se utilizó principalmente equipos de posicionamiento global (GPS) y cámaras fotográficas. El detalle de los equipos y otros materiales utilizados durante la evaluación de flora silvestre se encuentra en el Anexo 02 (Reporte de campo N.º 0445-2019-SSIM).

5.1.5. Aseguramiento de calidad

El aseguramiento de la calidad en la colecta de comunidades hidrobiológicas y su posterior análisis se basa en las indicaciones descritas en la publicación «Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú», de las secciones: 5.3 Aseguramiento de la calidad (macroinvertebrados) y 6.3 Comprobación de la calidad (peces).

5.2. Flora silvestre

En los siguientes apartados correspondientes a la flora silvestre se muestra la metodología desarrollada para evaluar y monitorear la flora silvestre, comprende los protocolos utilizados para la toma y colecta de muestra botánicas, la ubicación de las parcelas permanentes de muestreo (en área impactada y área blanco), parcelas de regeneración natural de 20 x 10 m (ubicadas en el área impactada), así como como los parámetros evaluados, métodos de análisis, los equipos utilizados y los estándares de comparación.

5.2.1. Guías utilizadas para la evaluación de flora silvestre

Recientemente se ha estandarizado los protocolos de muestreo para la evaluación flora en el Perú. Es así que, para la evaluación de flora silvestre en el ámbito de influencia del derrame de petróleo ocurrido en el km 206+031 Ramal Norte - Oleoducto Norperuano se consideró la metodología de parcelas permanentes de muestreo (PPM), establecida por Phillips, O.L., *et al*. (2009) en el «Manual de campo para el establecimiento y remedición de

parcelas» de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR) y la metodología para la evaluación del estrato inferior «sotobosque» de 0,02 ha (Whittaker modificado de 20 x 10 metros), usado extensivamente en bosques tropicales por Barnett y Stohlgren, 2003; Campbell *et al.*, 2002; Stohlgren *et al.*, 1995. Considerado también en los lineamientos establecidos en la Guía de inventario de la flora y vegetación[9] publicada y aprobada por el Ministerio del Ambiente. El detalle se muestra en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5. Referencias para la evaluación de flora arbórea utilizadas en el monitoreo del área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

Componente Ambiental	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal o autores	Año
Flora silvestre	Guía de inventario de la flora y vegetación del Ministerio del Ambiente	Todas	Perú	MINAM	R.M. N.° 059-2015-MINAM	2015
	Manual de establecimiento y remediciones de parcelas permanentes.	Toda (87 p)	Bolivia	RAINFOR	Phillips, O.L., *et al*. (2009)	2009
	Transect sampling of vegetation formations of phanerophytes and chamaephytes (I):	--	--	Universidad de Sevilla - España	Camara, R., y Diaz del Olmo (2013)	2013

5.2.2. Ubicación de parcelas de flora silvestre

Para esta evaluación se instalaron 2 parcelas permanentes de 20 m por 250 m (0,5 ha) en 2 sectores de bosque primario presentes en el ámbito de influencia del derrame de petróleo ocurrido en el km 206+031 el 2016, las mismas que fueron monitoreadas (re-medidas) el 2019, como se detalla en la Tabla 5.6.

Además, se realizó la evaluación de 7 parcelas a lo largo de la zona A y zona B, principalmente con el objeto de registrar especies arbóreas que estén regenerando en el área impactada. Es así que, en la zona A (km 0+000 al km 7+100) se instalaron y evaluaron 5 parcelas tipo Whittaker modificado de 20 m por 10 m cada uno (2 sub-parcelas de 20 m por 10 m 0,01 ha). En la zona B (km 7+100 al km 12+100) se instaló y evaluó 2 parcelas (Tabla 5.6). Ambas zonas corresponden a la zona impactada por el derrame y que forman parte del ámbito de influencia del derrame de petróleo ocurrido en el km 206+031 el 2016. Además, en ambas zonas se realizaron colectas generales, principalmente con el objeto de registrar especies arbóreas que no fueron registrados en las parcelas permanentes.

[9] Aprobada con Resolución Ministerial N.° 059-2015-MINAM por la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente – MINAM. 2015. 21-31pp.

Tabla 5.6. Ubicación de parcelas permanentes de muestreo de flora silvestre

Zona	Área	Código Transecto OEFA	Vértice	Coordenadas UTM - WGS84 Zona 18M		Altitud (m s.n.m.)	Formación vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)			
Zona A	Área Blanco	CA-BL-01	V1	237361	9524969	191	Bosque de terraza no inundable (B-tni)	Parcela de 250 m x 20 m ubicada en el área blanco (sin impacto), siguiendo el curso de una quebrada sin nombre. Se caracteriza por presencia de árboles de gran diámetro y tamaño, estratos herbáceo, arbustivo, sotobosque, dosel y emergentes, suelo de arena blanca cubierto por hojas y materia orgánica de 20 a 30 cm de profundidad. Se evaluaron todo los árboles ≥ 10 cm de diámetro a la altura del pecho (en adelante DAP).
			V2	237369	9524985	192		
			V3	237151	9525128	184		
			V4	237151	9525108	189		
	Área Impactada	CA-DE-01	V1	237627	9524941	194		Parcela de 250 m x 20 m ubicada en el área impactada, siguiendo el curso de una quebrada sin nombre. Se caracteriza por ser una zona con área descubierta, con presencia de restos de árboles cortados y árboles muertos en pie, con suelo arenoso blanco y sin materia orgánica. Los bordes (después de los 20 m) presentan árboles de 15 a 20 m de altura. Se evaluaron todo los árboles (sobrevivientes) ≥ 10 cm de DAP.
			V2	237634	9524951	194		
			V3	237708	9525154	196		
			V4	237720	9525150	196		
		CA-DERR-01	V1	237648	9524947	201		Parcela de 20 m x 10 m ubicada en el km 1+250 del derrame al margen izquierdo de la quebrada sin nombre. Se caracteriza por ser un área abierta de aproximadamente 50 m, con presencia de algunas hierbas del género *Cyperus* y *Scirpus,* además de plántulas de algunas especies arbóreas con una altura de 10 a 15 cm y suelo descubierto.
			V2	237639	9524944	201		
			V3	237662	9524957	201		
			V4	237657	9524956	201		
		CA-DERR-02	V1	237185	9524334	194		Parcela de 20 m x 10 m ubicada en el km 0+100 del derrame, bordeada por la quebrada sin nombre. Se caracteriza por ser un área semiabierta, con presencia de algunas arbustos y hierbas del género *Cyperus, Scirpus, Tococa y Miconia,* con suelo arenoso descubierto sin materia orgánica visible. Se evaluaron los individuos mayores a 1 m y mayores a 1 cm de DAP.
			V2	237183	9524326	195		
			V3	237197	9524324	195		
			V4	237190	9524333	196		
		CA-DERR-03	V1	238136	9525838	177		Parcela de 20 m x 10 m ubicada en el km 2+850 del derrame, bordeado por la quebrada sin nombre. Se caracteriza por ser una zona de bosque semiabierto, con presencia de algunos árboles, con presencia en mayoría de arbustos, dosel abierto y suelo cubierto por abundante hojarasca. Se evaluaron los individuos mayores a 1 m de altura y mayores a 1 cm de DAP.
			V2	238148	9525843	178		
			V3	238139	9525856	179		
			V4	238137	9525858	179		
		CA-DERR-04	V1	238838	9526849	187		Parcela de 20 m x 10 m ubicada en el km 4+750 del derrame, bordeada por la quebrada sin nombre. Se caracteriza por ser una zona de bosque semiabierto, con presencia de árboles con alturas entre 10 a 20 m, con presencia principalmente de arbustos, sin sotobosque, con dosel abierto y suelo cubierto por
			V2	238844	9526844	188		
			V3	238858	9526847	186		

Zona	Área	Código Transecto OEFA	Vértice	Coordenadas UTM - WGS84 Zona 18M		Altitud (m s.n.m.)	Formación vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)			
			V4	238855	9526858	182		hojarasca. Se evaluaron los individuos mayores a 1 m altura y mayores a 1 cm de DAP.
		CA-DERR-05	V1	239848	9527159	171		Parcela de 20 m x 10 m ubicada en el km 6+500 del derrame, bordeada por la quebrada sin nombre. Se caracteriza, por ser una zona de bosque semiabierto, con presencia de uno pocos árboles con un rango de altura entre 10 a 20 m, con presencia en mayoría de arbustos, dosel abierto y suelo arenoso. Se evaluaron los individuos mayores a 1 m de altura y mayores a 1 cm de DAP.
			V2	239850	9527153	171		
			V3	239865	9527160	178		
			V4	239863	9527168	176		
Zona B	Área impactada	CA-DERR-06	V1	241011	9527405	178		Parcela de 20 m x 10 m ubicada en el km 8+450 del derrame y bordeada por la quebrada sin nombre. Es una zona de bosque que se caracteriza por tener árboles con un DAP mayores o iguales a 5 cm, con un dosel definido, presencia de palmeras de más de 8 m y suelo cubierto por hojarasca. Se evaluaron los individuos mayores a 1 m de altura y mayores a 1 cm de DAP.
			V2	241007	9527394	168		
			V3	241023	9527391	170		
			V4	241028	9527492	170		
		CA-DERR-07	V1	241976	9527733	170		Parcela de 20 m x 10 m ubicada en el km 10+350 del derrame, cercano a la zona de triturado y bordeada por la quebrada sin nombre. Es una zona de bosque que se caracteriza por tener árboles con DAP mayores a 5 cm, con dosel definido, presencia de palmeras de más de 8 m y suelo cubierto por hojarasca. Se evaluaron los individuos mayores a 1 m de altura y mayores a 1 cm de DAP.
			V2	241989	9527733	170		
			V3	241992	9527743	170		
			V4	241989	9527747	170		

Fuente: Anexo 2 (Reporte de resultados)

5.2.3. Parámetros y métodos de análisis

5.2.3.1. Muestreo de parcelas permanentes

Para la evaluación de flora silvestre (arbórea) se realizó tomando como referencia la metodología de parcelas permanentes, establecida por Phillips *et al*. (2003) en el «Manual de campo para el establecimiento y remedición de parcelas» de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR). Para un mejor entendimiento de las técnicas de evaluación, se describen las actividades realizadas:

Las parcelas permanentes tuvieron una dimensión de 250 x 20 m, equivalente a 0,5 hectáreas (ha) de superficie. Sin embargo, es importante señalar que el manual de RAINFOR indica que se debe delimitar parcelas cuadrangulares con dimensiones de 100 m x 100 m. Esta modificación de forma y diseño en el presente estudio se realizó teniendo en cuenta las características del monitoreo, el cual corresponde a «bosque de terraza no inundable», con el objetivo de abarcar tanto el áreablanco como el área impactada por el derrame.

Las parcelas fueron delimitadas colocando cuerdas a lo largo de los bordes externos, así como en los bordes internos de cada sub-parcela. Cabe precisar que la orientación de los límites de cada parcela fue registrada y guiada por una brújula, para evitar que pequeñas desviaciones en la orientación causen una incorrecta inclusión o exclusión de árboles cercanos a los bordes de la parcela. Luego, se registraron los datos de todos los árboles que tuvieron igual o más de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) medidos a 1,3 m del suelo. Es decir, se anotó el diámetro y la altura de cada individuo; además, se registraron características de forma, posición, inclinación, estado, entre otras. Asimismo, se tomó en cuenta el ingreso de luz e infestación de lianas en las especies arbóreas registradas. En este sentido, se evaluó el 100 % de la vegetación arbórea existente en las parcelas de muestreo de 0,5 ha; donde cada individuo recibió una codificación que lo identificaba, la cual fue referenciada bajo el sistema cartesiano (x, y).

Respecto a las parcelas Whitaker modificado (20 m x 10 m) de 0,02 ha. En el cual se evaluó toda planta leñosa, escandente y no-escandente con raíces dentro del área de la parcela, con un tallo ≥ a 1 m de altura y ≥ 1 cm de diámetro. Los protocolos completos para el establecimiento, colección y análisis de muestras del estrato inferior del «sotobosque» 0,02 ha son descritas en detalle en los lineamientos establecidos en la Guía de inventario de la flora y vegetación[10].

Adicionalmente a la evaluación de flora arbórea, dentro de las parcelas permanentes de 0,5 ha y parcelas Whittaker modificado 0,02 ha, se realizaron colectas generales de individuos que no habían sido registrados aún (evaluación cualitativa), con la intención de obtener una mejor caracterización de la vegetación aledaña a las diferentes parcelas dentro de las zonas de evaluación.

Las colecciones botánicas «voucher» se realizaron en el caso de que una especie no hubiera sido identificada y cuando existiese cualquier incertidumbre para su identificación en campo. Todo individuo colectado tuvo un duplicado además del original; por otro lado, las colecciones repetidas de plantas estériles fueron usadas para distinguir confiablemente las morfo-especies[11]. La colecta de muestras de las especies arbóreas evaluadas se realizó

[10] Aprobada con Resolución Ministerial N.° 059-2015-MINAM por la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente – MINAM. 2015. 21-31pp.

[11] Morfo-especie: Nombre eventual de una especie, basado en caracteres morfológicos.

haciendo uso de los siguientes equipos: tijeras botánicas de mano, tijeras botánicas telescópicas para árboles de gran tamaño, las «patas de loro» y arnés de seguridad para trepar árboles de gran tamaño.

5.2.3.2. Muestreo de la regeneración natural

Tal como se muestra en la figura y diseño de las parcelas de Whittaker 0,1 ha y su modificatoria, incluida la guía de evaluación de flora y vegetación del ministerio del ambiente (MINAM, 2015). Dentro de la parcela en la que se evalúa la regeneración, se distinguen cuatro estratos clásicos, entre ellos, el conteo de brinzales, este estrato se tuvo que dividir por estrategia, en dos sub-estratos (brinzal-1 y brinzal-2), seguidas posteriormente por los estratos de Latizales y Fustales.

a) Brinzales (30 cm de altura a < 5 cm DAP)

Por estrategia se divide en brinzales-1 y brinzales-2

- **Brinzales-1:** Se realiza la medición de todos los individuos que se encuentran en toda el área de la parcela. En esta parcelita se cuentan todas las especies arbóreas que tengan desde 0,0 cm a 99 cm de altura (considera todas las especies menores a 1 metro de altura, y especies que no tengan diámetro medible)

- **Brinzales-2**: considera todos los individuos que contenga diámetros mayores o iguales a 1 cm de diámetro y menores a 5 cm de diámetro. Además, considera todos los individuos que tengan menos de 3 m de altura.

b) Latizales (>5 cm a <10 cm DAP)

Al igual que para la evaluación de los brinzales, para los latizales se evalúa todas las especies que se encuentran dentro de la parcela. Se cuentan todas las especies arbóreas que posean entre 5 cm y 9.9 cm de DAP.

c) Fustales (>10 cm a <200 cm DAP)

Al igual que para la evaluación de los latizales, para los fustales se evalúa todas las especies que se encuentran dentro de la parcela. Se cuentan todas las especies arbóreas que posean un DAP entre 10 y 200 cm.

5.2.4. Equipos utilizados

Para la evaluación de flora silvestre se utilizó principalmente equipos de posicionamiento global (GPS) y cámaras fotográficas. El detalle de los equipos y otros materiales utilizados durante la evaluación de flora silvestre se encuentra en el Anexo 2 (Reporte de campo)

5.2.5. Determinación taxonómica

El material botánico colectado fue conservado en alcohol y posteriormente procesado en las instalaciones del Herbario HOXA - Oxapampa[12]. Los especímenes colectados fueron determinados de acuerdo con el sistema del Grupo Filogenético de las Angiospermas –

[12] Herbario HOXA, forma parte del Jardín Botánico de Missouri (Missouri Botanical Garden).

(APG IV 2016), para lo cual se utilizaron las claves taxonómicas actualizadas, además de las usadas por Gentry (1993), Vásquez (1997), Spichiger *et al*. (1989), Reynel *et al*. (2003) y Vásquez y Rojas (2004). Luego, se procedió a comparar con excicatas[13] del Herbario y se revisó virtualmente en la página del Missouri Botanical Garden, además del herbario virtual del Field Museum of Chicago, para constatar las recientes actualizaciones taxonómicas de las mismas. No obstante, para facilitar la determinación, se tomó en cuenta observaciones registradas en campo, como presencia y color de exudados, características de las hojas y de la corteza (olor y textura principalmente), tipo de ramificación, color de flores y frutos, entre otros.

[13] Excicatas: Muestras botánicas correctamente determinadas y depositadas en herbarios.

5.3. Fauna Silvestre

En los siguientes apartados se muestra la metodología desarrollada para evaluar la fauna silvestre (anfibios, reptiles y mamíferos silvestres), estos comprenden los procedimientos para la toma de muestras, ubicación de los puntos de muestreo, parámetros, métodos de análisis equipos utilizados y criterios de comparación.

5.3.1. Guías utilizadas para la evaluación de fauna silvestre

Los documentos usados como guía y manual para la evaluación de mamíferos, anfibios y reptiles, en el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas, flora y fauna en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP se detallan en la Tabla 5.7.

Tabla 5.7. Guías de muestreo para la evaluación de fauna silvestre

Grupo taxonómico	Referencia	Sección	País	Institución	Dispositivo legal o autores	Año
Anfibios y reptiles	Guía de inventario de la fauna silvestre	Capítulo 5	Perú	Minam	R.M. N.° 059-2015-MINAM	2015
	Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina.	Todas	Sudamérica	Conservación Internacional	(Angulo *et al.*).	2006
	Lista preliminar de los anfibios del Perú.	Todas	Perú	Museo de Historia Natural. UNMSM	(Rodríguez *et al*.)	1993
	Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú.	Todas	Perú	Museo de Historia Natural. UNMSM	(Carrillo & Icochea)	1995
	Reptile Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques	Todas	Perú	Oxford University Press	(Dodd)	2016
Mamíferos	Guía de inventario de fauna silvestre del Ministerio del Ambiente	Capítulo 4	Perú	Minam	R.M. N° 057-2015-MINAM	2015

5.3.2. Ubicación de puntos

Las zonas y sitios de muestreo de fauna silvestre (mamíferos, anfibios y reptiles) fueron ubicados considerando la información obtenida de la etapa preliminar de reconocimiento, en los informes de evaluación ambiental realizada en el 2016 y los informes de supervisión ambiental anteriores, los cuales sirvieron para el establecimiento de los puntos en el monitoreo del área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP.

Además, las zonas propuestas para la evaluación de fauna han sido designadas en relación con los puntos de monitoreo para agua superficial, sedimento, suelos y comunidades hidrobiológicas priorizando, según lo verificado en la etapa preliminar de reconocimiento,

aquellos sitios que permitan las condiciones de accesibilidad, importancia respecto a posibles zonas que podrían sufrir cambios en el futuro.

5.3.1.1. Anfibios y reptiles

La evaluación de anfibios y reptiles en el ámbito del área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP, fue realizada mediante 16 transectos de banda fija (TBF) y 10 búsquedas por encuentros visuales (VES), los cuales se distribuyeron en la zona de evaluación denominada A. Asimismo, con la finalidad de evaluar la afectación del derrame de petróleo sobre las especies de anfibios y reptiles, se dispuso distribuir las unidades de evaluación a lo largo de la quebrada sin nombre (área impactada) y quebradas afluentes a esta, que no fueron afectadas por el derrame ocurrido (área blanco). Las coordenadas de ubicación de las unidades de evaluación se detallan en la Tabla 5.8 y Tabla 5.9.

Tabla 5.8. Ubicación de las búsquedas por encuentro visual (VES) evaluados en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

Zona de evaluación	Área	Código VES	Fecha	Coordenada Inicial UTM WGS 84 Zona 18 M		Altitud Inicial (m s.n.m)	Coordenada Final UTM WGS 84 Zona 18 M		Altitud final (m s.n.m)	Hora Inicio	Hora Final	Formación Vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Zona A	Área impactada	CA-DE-HE-V1	07/09/2019	238160	9525686	198	238152	9525820	182	20:04	21:04	Bosque de terrazas no inundable (B-tni)	Quebrada sin nombre, con caudal medio y fondo arenoso y canto rodado. Vegetación ribereña con arbustos de diferentes tamaños, algunos troncos caídos y hojarasca en el suelo.
		CA-DE-HE-V2	10/09/2019	237564	9524810	194	237512	9524665	195	12:50	13:50		
		CA-DE-HE-V3	11/09/2019	238341	9526078	191	238391	9526212	175	20:00	21:00		
		CA-DE-HE-V4	12/09/2019	239260	9526882	185	239354	9526987	180	9:02	10:02		Quebrada sin nombre, posterior al cruce con el ducto, con un caudal mayor y de 5 m de ancho aproximadamente. Vegetación arbustiva de porte medio, y arboles con abundante hojarasca en el suelo.
		CA-DE-HE-V5	12/09/2019	239451	9527046	179	239571	9527042	179	10:20	11:20		
		CA-DE-HE-V6	12/09/2019	239827	9527135	178	239918	9527275	177	11:45	12:45		
		CA-DE-HE-V7	12/09/2019	239954	9527375	179	240154	9527445	177	13:05	14:05		
	Área blanco	CA-BL-HE-V8	12/09/2019	238462	9525942	213	238543	9525856	179	20:45	21:45		Quebrada afluente de la quebrada sin nombre, con caudal medio y que no fue afectado por el derrame. Abundante vegetación arbustiva y arbórea en los bordes. Abundante hojarasca en el suelo y troncos caídos.
		CA-BL-HE-V9	12/09/2019	238551	9525795	182	238618	9525707	189	22:00	23:00		
		CA-BL-HE-V10	12/09/2019	238674	9525641	191	238672	9525506	192	23:10	0:10		

Fuente: Anexo 1 (Reporte de campo)

Tabla 5.9. Transectos de banda fija (TBF) evaluados en el área de estudio

Zona de evaluación	Área	Código Transecto	Fecha	Coordenada Inicial UTM WGS 84 Zona 18 M		Altitud Inicial m s.n.m	Coordenada Final UTM WGS 84 Zona 18 M		Altitud final m s.n.m	Hora Inicio	Hora Final	Formación Vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
	Área impactada	CA-DE-HE-TH8	07/09/2019	238038	9525644	172	237972	9525565	167	21:20	22:05	Bosque de terrazas no inundable (B-tni)	Quebrada sin nombre, cercano al sitio de derrame, presentando una vegetación ribereña arbustiva a lo largo de todo el recorrido, con abundante hojarasca en el suelo, troncos caídos y pocos árboles en los alrededores. Fondo de la quebrada de tipo arenoso y canto rodado en los bordes.
			10/09/2019							8:45	9:30		
		CA-DE-HE-TH7	07/09/2019	237905	9525404	181	237806	9525370	189	22:50	23:35		
			10/09/2019							9:50	10:35		
		CA-DE-HE-TH6	07/09/2019	237779	9525254	200	237742	9525166	194	23:45	0:30		
			10/09/2019							10:50	11:35		
		CA-DE-HE-TH5	08/09/2019	237651	9524955	203	237594	9524877	209	0:50	1:35		
			10/09/2019							11:52	12:37		
		CA-DE-HE-TH16	09/09/2019	238447	9526303	182	238487	9526405	184	7:54	8:39		Parte final de la quebrada sin nombre, cercano al cruce con el ducto, de mayor caudal y amplitud, con vegetación ribereña arbustiva y arbórea. Fondo de la quebrada de tipo arenoso y canto rodado en los bordes.
			11/09/2019							21:10	21:55		
		CA-DE-HE-TH15	09/09/2019	238598	9526561	183	238673	9526612	180	9:10	9:55		
			11/09/2019							22:15	23:00		
		CA-DE-HE-TH14	09/09/2019	238736	9526786	183	238819	9526934	186	10:25	11:10		
			11/09/2019							23:12	23:57		
		CA-DE-HE-TH13	09/09/2019	238995	9526934	195	239102	9526944	200	12:05	12:50		
			12/09/2019							0:15	1:00		
	Área blanco	CA-BL-HE-TH1	08/09/2019	237446	9524708	224	237344	9524675	207	9:10	9:55		Quebrada afluente de la quebrada sin nombre, cercano a la zona de derrame, con caudal medio y que no fue afectado por el derrame, con abundante vegetación arbustiva y arbórea en los bordes, trayectoria
			10/09/2019							20:40	21:25		
		CA-BL-HE-TH2	08/09/2019	237270	9524643	205	237175	9524589	207	10:35	11:20		
			10/09/2019							22:05	22:50		
		CA-BL-HE-TH3	08/09/2019	237108	9524545	207	237009	9524519	213	12:10	12:55		
			10/09/2019							23:10	23:55		

Zona de evaluación	Área	Código Transecto	Fecha	Coordenada Inicial UTM WGS 84 Zona 18 M		Altitud Inicial m s.n.m	Coordenada Final UTM WGS 84 Zona 18 M		Altitud final m s.n.m	Hora Inicio	Hora Final	Formación Vegetal	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
		CA-BL-HE-TH4	08/09/2019	236929	9524527	212	236831	9524535	207	13:50	14:35		sinuosa y zonas inundadas. Abundante hojarasca en el suelo y troncos caídos.
			11/09/2019							0:15	1:00		
		CA-BL-HE-TH9	09/09/2019	239144	9526981	173	239067	9527035	176	20:24	21:09		Quebrada afluente de la quebrada sin nombre, cercano al cruce con el ducto, con caudal medio, con abundante vegetación arbustiva y arbórea en los bordes, trayectoria sinuosa y zonas inundadas. Abundante hojarasca en el suelo y troncos caídos.
			11/09/2019							9:02	9:47		
		CA-BL-HE-TH10	09/09/2019	238977	9527074	185	238889	9527075	185	21:50	22:35		
			11/09/2019							10:05	10:50		
		CA-BL-HE-TH11	09/09/2019	238797	9527147	184	238701	9527116	187	23:15	0:00		
			11/09/2019							11:20	12:05		
		CA-BL-HE-TH12	10/09/2019	238589	9527032	190	238506	9526987	186	0:55	1:40		
			11/09/2019							12:35	13:20		

5.3.1.2. Mamíferos

La evaluación de mamíferos en el área afectada por el derrame de crudo en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP fue determinada según el informe remitido por Petroperú[14], el cual se desarrolló en 2 de las 5 zonas delimitadas según el informe en mención. Estas zonas corresponden a la zona A comprendida entre el km 0+000 al km 7+100 y la zona B comprendida entre el km 7+100 al km 12+100 del Ramal Norte del ONP. Esta supervisión toma en consideración la evaluación desarrollada en el periodo de marzo y abril del 2016[15]. Se ejecutaron 6 recorridos en transectos de evaluación, 3 en horario diurno y 3 en horario nocturno, así como la instalación de 30 cámaras trampa, 10 ubicadas en el área impactada de la zona A, 10 en el área impactada de la zona B y 10 en el área Blanco cercana al tramo comprendido para la zona A. Las coordenadas de ubicación de las unidades de evaluación se detallan en la Tabla 5.10 y Tabla 5.11.

Tabla 5.10. Coordenadas de ubicación de los transectos utilizados para el censo de mamíferos en el ámbito del área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

Zona	Área	Código	Coordenada inicial UTM WGS84 – Zona 18M		Altitud inicial m s.n.m	Coordenada final UTM WGS84 – Zona 18M		Altitud final m s.n.m	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
Zona A	Área blanco	Ca-Ma1	238502	9525918	204	238959	9524179	202	Bosque de terrazas no inundable (B-tni)	Inicio en margen derecho aguas abajo de afluente de quebrada sin nombre a unos 2 m aproximadamente del cauce. El final ubicado en naciente de quebrada a unos 5 m aproximadamente desde el punto en dirección suroeste
		Ca-Ma1*	238531	9525891	178	238916	9524884	201		Inicio en margen izquierdo de afluente de quebrada sin nombre y a 20 m de distancia aproximada del ORN. El final ubicado en margen izquierdo de quebrada y a unos 5 m de su cauce
	Área impactada	Ca-Ma3	239037	9526950	158	237786	9525275	190		Inicio en margen derecho de quebrada sin nombre a una distancia de 2 m de su cauce. El final en margen derecho de quebrada sin nombre a unos 50 m de distancia aproximada del ORN
		Ca-Ma3*	239082	9526940	207	238163	9525691	189		Inicio en margen derecho de quebrada sin nombre a una distancia de 4 m de su cauce. El final en margen derecho de

[14] Informe final del Plan de Acción y Remediación de la Contingencia Ambiental km 206+035 del Oleoducto Ramal Norte. Presentado a la ODE Piura mediante Carta JCGO-302-2019 el 30 de mayo de 2019.

[15] Informe del monitoreo ambiental de la calidad de agua, sedimento y suelo, hidrobiología, flora y fauna realizado del 31 de marzo al 22 de abril de 2016, en el ámbito de influencia del derrame de petróleo crudo ocurrido en el km 206+031 del Oleoducto Norperuano del Ramal Norte, ubicado en el distrito Morona, provincia Datem Marañón, departamento Loreto. Informe N.° 153-2016-OEFA/DE-SDCA.

Zona	Área	Código	Coordenada inicial UTM WGS84 – Zona 18M		Altitud inicial m s.n.m	Coordenada final UTM WGS84 – Zona 18M		Altitud final m s.n.m	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
										quebrada sin nombre a unos 15 m de distancia aproximada del ORN
Zona B	Área impactada	Ca-Ma2	239242	9526892	175	241063	9527389	171		Inicio a unos 7 m de distancia del cauce de quebrada sin nombre y 25 m de distancia aproximada del ORN en dirección noroeste. El final ubicado en margen derecho de quebrada Cashacaño y a unos 4 m aproximadamente de su cauce
		Ca-Ma2*	239238	9526932	175	240269	9527350	161		Inicio en margen derecho de quebrada sin nombre a una distancia de 4 m de su cauce. El final en margen derecho de quebrada Cashacaño en camino antiguo de maquinaria pesada.

Nota: * Evaluación nocturna

Tabla 5.11. Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa en el ámbito del área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

N°	Zona	Área	Código	Coordenada UTM WGS84 – Zona 18M		Altitud m s.n.m	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
1	Zona A	Área impactada	Casha 15	237293	9524339	209	Ubicada en margen derecha aguas debajo de quebrada sin nombre a una distancia aproximada de 25 m del cauce
2			Casha 16	237573	9524709	201	Ubicada en margen derecha aguas debajo de quebrada sin nombre a una distancia aproximada de 20 m del cauce
3			Casha 17	237716	9524960	196	Ubicada en margen derecha aguas debajo de quebrada sin nombre a una distancia aproximada de 15 m del cauce
4			Casha 18	237797	9525304	186	Ubicada en margen derecha de quebrada sin nombre a unos 7 m de distancia aproximada del cauce y a 20 m de distancia del ORN
5			Casha 19	237942	9525541	185	Ubicada en margen izquierda de quebrada sin nombre a unos 15 m de distancia aproximada del cauce
6			Casha 20	238140	9525829	185	Ubicada en margen izquierda de quebrada sin nombre a unos 7 m de distancia aproximada del cauce
7			Casha 21	238291	9526128	193	Ubicada a 10 m de distancia del cauce de quebrada sin nombre por su margen izquierda

N°	Zona	Área	Código	Coordenada UTM WGS84 – Zona 18M		Altitud m s.n.m	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
8			Casha 22	238407	9526377	195	Ubicada a 25 m de distancia del cauce de quebrada sin nombre por su margen izquierda
9			Casha 23	238556	9526514	192	Ubicada a 5 m de distancia del cauce de quebrada sin nombre por su margen izquierda aguas abajo
10			Casha 24	238720	9526812	185	Ubicada a 7 m de distancia del cauce de quebrada sin nombre por su margen izquierda aguas abajo
11		Área blanco	Casha 8	238560	9525793	206	A 300 m aproximadamente del ORN, margen derecha aguas arriba de afluente de quebrada sin nombre
12			Casha 9	238631	9525692	205	A 400 m aproximadamente del ORN, margen derecha aguas arriba de afluente de quebrada sin nombre
13			Casha 10	238718	9525493	197	A 600 m aproximadamente del ORN, margen derecha aguas arriba de afluente de quebrada sin nombre
14			Casha 11	238854	9525336	198	A 800 m aproximadamente del ORN, margen derecha aguas arriba de afluente de quebrada sin nombre
15			Casha 12	238946	9525100	200	A 1,1 km aproximadamente del ORN, margen derecha aguas arriba de afluente de quebrada sin nombre
16			Casha 13	238898	9524919	205	A 1,3 km aproximadamente del ORN, margen derecha aguas arriba de afluente de quebrada sin nombre
17			Casha 14	239014	9524749	205	A 1,5 km aproximadamente del ORN, margen derecha aguas arriba de afluente de quebrada sin nombre
18			Casha 28	239080	9524545	199	Ubicada a 5 m del cauce de afluente de quebrada sin nombre
19			Casha 29	239027	9524323	205	Ubicada a unos 15 m del cauce en la margen derecha de afluente de quebrada sin nombre
20			Casha 30	238950	9524177	202	Ubicada en cabecera de afluente de quebrada sin nombre
21	Zona B	Área impactada	Casha 1	239337	9526970	181	A 180 m aproximadamente del ORN, margen izquierda aguas abajo de quebrada sin nombre
22			Casha 2	239541	9527081	182	A 400 m aproximadamente del ORN, margen izquierda aguas abajo de quebrada sin nombre y a 2 m del cauce
23			Casha 3	239851	9527196	182	A 700 m aproximadamente del ORN, margen izquierda aguas abajo de quebrada sin nombre y a 5 m del cauce
24			Casha 4	239923	9527327	185	A 860 m aproximadamente del ORN, margen izquierda aguas abajo de quebrada sin nombre y a 5 m del cauce

N°	Zona	Área	Código	Coordenada UTM WGS84 – Zona 18M		Altitud m s.n.m	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
25			Casha 5	240246	9527487	180	A 1 km aproximadamente del ORN, margen izquierda aguas abajo de quebrada sin nombre y a 7 m del cauce
26			Casha 6	240485	9527455	180	A 1,2 km aproximadamente del ORN, margen izquierda aguas abajo de quebrada sin nombre y a 10 m del cauce
27			Casha 7	240712	9527444	179	A 1,5 km aproximadamente del ORN, margen izquierda aguas abajo de quebrada sin nombre y a 7 m del cauce
28			Casha 25	241070	9527376	174	Ubicada en la margen derecha aguas abajo de quebrada Cashacaño y a unos 10 m de distancia del cauce
29			Casha 26	241415	9527471	174	Ubicada en la margen derecha aguas abajo de quebrada Cashacaño y a unos 15 m de distancia del cauce
30			Casha 27	241651	9527536	172	Ubicada en la margen derecha de quebrada Cashacaño a unos 10 m del cauce y próxima a ubicación de antiguo Campamento 4 de Petroperú

5.3.3. Parámetros y métodos de análisis

5.3.3.1. Anfibios y reptiles

Para la evaluación de los anfibios y reptiles se utilizaron las metodologías de búsqueda por encuentro visual o «*Visual Encounter Survey*» (VES por sus siglas en inglés) (Crump y Scott, 2001), Transectos de banda fija «TBF» (Torres y Córdova, 2014) y registros oportunistas (Minam, 2015). A continuación, se detallan cada una de ellas:

a) Búsqueda por encuentro visual o «Visual Encounter Survey» (VES)

Es la metodología más utilizada en las diversas evaluaciones herpetológicas (Crump y Scott, 2001). El VES consiste en la búsqueda intensiva de anfibios y reptiles a través de caminatas aleatorias en una determinada zona, por un tiempo determinado (60 minutos), registrando tanto sobre el sustrato, como entre la vegetación, y revisando potenciales lugares de refugio para anfibios y reptiles como, áreas debajo de rocas, piedras y/o vegetación (Angulo *et al*., 2006). Cada VES estuvo distanciado como mínimo 50 m una de la otra. Los resultados obtenidos mediante esta metodología permitieron calcular la riqueza y abundancia relativa de los organismos evaluados.

Se tomaron los siguientes datos de campo: hora de inicio y fin de cada evaluación con sus respectivos puntos UTM y elevación con respecto al nivel del mar. Para cada individuo se registró la hora de avistamiento, edad (juvenil/adulto), sexo, actividad ((a) termorregulando, (b) alimentándose, (c) en interacciones sociales), microhábitat, estado reproductivo, condición climática ((a) nublado, (b) seminublado, (c) despejado, (d) llovizna); y condición física: peso, tamaño (longitud total: cuerpo y cola).

b) Transectos de banda fija (TBF)

La evaluación de transectos de banda fija consistió en realizar recorridos en trochas predeterminadas, idealmente rectas, de 100 m de largo y de 2-3 m de ancho; donde se registraron de forma visual y auditiva los anfibios y reptiles presentes en los diferentes ecosistemas por un tiempo de 45 minutos (Jaeger, 2001; Rueda *et al*., 2006). Cabe señalar que los transectos fueron establecidos con anterioridad a las evaluaciones (mínimo 24 h), dispuestos de forma perpendicular a los accesos o trochas principales (en la medida de lo posible). Cada transecto presenta una separación de entre 50 y 250 m (Torres y Córdova, 2014).

Se realizaron evaluaciones de día y noche en cada uno de los transectos, de forma que se pueda registrar a especies de anfibios y reptiles diurnas y nocturnas, asegurando la detección de toda la herpetofauna presente (Córdova, Torres, Suárez, y Williams, 2009; von May *et al.*, 2010).

c) Registros oportunos

Registros de especies de anfibios y/o reptiles realizados fuera de las metodologías antes mencionadas por parte de otros especialistas o pobladores locales, contribuyendo al incremento de la herpetofauna en el área de evaluación. Cabe señalar que a pesar de su importancia solo debe ser considerado para la evaluación cualitativa mas no en los índices de diversidad propuestos (Manzanilla y Péfaur, 2000).

5.3.3.2. Mamíferos

Para la evaluación de mamíferos silvestres se utilizaron censos por transectos y cámaras trampa. A continuación, se describen cada una de ellas.

a) Censos por transecto lineal

Para evaluar la diversidad y abundancia de las especies de mamíferos grandes silvestres que habitan en el área de estudio se usó el método de censos por transecto lineal (Burnham *et al*., 1980; Peres, 1999) a razón de 1,0 a 1,5 km/hora, el cual es ampliamente usado en evaluaciones de la fauna silvestre, estos registros se realizan usualmente a través de huellas, heces, refugios, huesos, pelos, rasguños, madrigueras y otros (Wilson *et al*., 1996; Krebs *et al*., 2008), sumado a los registros oportunistas o casuales que son observaciones de especímenes fuera de las técnicas de evaluación (registros de otros especialistas, animales muertos, entre otros), las cuales contribuyen al conocimiento sobre la ocurrencia de mamíferos silvestres en el área de influencia del proyecto.

Para cada registro directo (observaciones) se tomó los siguientes datos de campo: hora de inicio y fin de cada evaluación con sus respectivos puntos UTM y elevación con respecto al nivel del mar. Para cada individuo avistado se registrará la hora de avistamiento, número de individuos, sexo, edad, actividad y otros patrones de comportamiento relevantes.

b) Cámaras trampa

La evaluación con cámaras trampa, son herramientas útiles para el muestreo y monitoreo de poblaciones de especies de carácter críptico o raras, debido a que permiten ampliar las observaciones de las especies en el tiempo y el espacio sin interferir con su conducta generando así información muy valiosa sobre la biología y ecología de estas especies, que de otra manera sería más difícil de obtener mediante métodos tradicionales. (Chávez *et al*., 2013). Actualmente esta metodología es utilizada para detectar presencia o ausencia de animales, realizar inventarios, registrar horas de actividad y otros comportamientos, estimaciones de diversidad, monitoreo de poblaciones en diferentes paisajes, estimaciones de abundancia y densidad y hasta control y vigilancia en áreas protegidas (Díaz-Pulido y Payán Garrido, 2012).

5.3.4. Equipos utilizados

Para el muestreo de fauna silvestre (mamíferos, anfibios y reptiles) se utilizaron principalmente cámaras fotográficas y equipos de posicionamiento global-GPS; y para el caso específico de mamíferos se utilizaron cámaras trampas para la identificación de especies representativas. El detalle de los equipos y otros materiales utilizados durante la evaluación de fauna silvestre se encuentra en el Anexo 1 (Reporte de campo).

5.3.5. Determinación taxonómica

Se realizará la clasificación taxonómica por cada grupo evaluado de fauna silvestre (mamíferos, anfibios y reptiles) siguiendo orden taxonómico (orden, familia y especie).

Para la determinación taxonómica de las especies de anfibios y reptiles registrados o colectados durante las evaluaciones, se utilizaron claves taxonómicas especializadas (Carrillo y Icochea, 1995; Peters y Donoso-Barros, 1970; Peters y Orejas-Miranda, 1970; Rodríguez, Córdova, & Icochea, 1993), descripciones científicas, bases de datos

internacionales, así como colecciones científicas de referencia (Departamento de Herpetología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos).

5.4. Procesamiento de datos

Los parámetros que se evaluaron en el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas, flora y fauna silvestres (mamíferos, anfibios y reptiles) fueron composición taxonómica, riqueza de especies, abundancia (número de individuos), Biomasa y captura de carbono, índice de ocurrencia, índice de abundancia, índice de valor de importancia (IVI), diversidad alfa, diversidad beta. Adicionalmente se realizaron curva de acumulación de especies para determinar la eficacia del inventario de especies y análisis multivariados (Tabla 5.12).

Tabla 5.12. Parámetros analizados en el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas, flora silvestre y fauna silvestre en el área de estudio

Parámetros		Comunidades Hidrobiológicas	Flora Silvestre	Fauna silvestre	
				Anfibios y reptiles	Mamíferos
Riqueza de especies		x	x	x	x
Abundancia de especies		x	x	x	x
Biomasa y Captura de carbono		-	x	-	-
Dinámica poblacional del bosque		-	X	-	-
Índice de Valor de importancia (I.V.I)		-	x	-	-
Índice de ocurrencia		-	-	-	x
Índice de abundancia o actividad		-	-	-	x
Índices de diversidad alfa	Número de Hill	x	-	-	-
	Índice de Shannon-Wiener (H')	x	-	x	x
	Índice de Simpson (1-D)	-	-	x	x
	Índice de equidad de Pielou (J)	x	-	x	-
	Índice alfa de Fisher	-	x	-	-
Índices de diversidad beta	Índice de Morisita	-	-	x	-
	Índice de Bray curtis	x	-	-	-
	Índice de Jaccard	-	-	-	x
Curva de acumulación de especies		-	-	x	x

A continuación, se describen todos los parámetros a evaluarse:

5.4.1. Composición, estructura, riqueza y abundancia

5.4.1.1. Riqueza de especies

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001).

5.4.1.2. Abundancia de especies

La abundancia es la suma total de los individuos de una especie o especies obtenida mediante un muestreo (Magurran, 2004). Esta abundancia junto con la riqueza de especies obtenida de la evaluación cuantitativa se utilizará para el cálculo de los índices de diversidad alfa y beta.

La riqueza y abundancia de especies fue analizada para cada subcomponente evaluado de fauna silvestre (mamíferos, anfibios y reptiles). Además, es importante indicar que la riqueza y la abundancia de los peces fueron agrupadas para el análisis de datos en la categoría taxonómica de «orden»; mientras que, los macroinvertebrados bentónicos en «familia», «género» o «especie». Es necesario indicar que la abundancia de peces se estimó con el número total de individuos; en el caso de los macroinvertebrados bentónicos se estimó la abundancia representada en organismos/0,54 m^2.

5.4.1.3. Composición arbórea

La caracterización de comunidades vegetales en el área de estudio consistió en la evaluación de la composición florística (arbórea), haciendo uso del registro de las cantidades y tipo de las especies presentes en cada parcela. De este modo, se calculó la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos) en cada parcela evaluada.

5.4.1.4. Biomasa y captura de carbono

La biomasa aérea se estimó para todas las especies arbóreas en función al diámetro (D), densidad específica de madera (ρ) y a su altura (H), como únicas variables predictorias. El cálculo de la biomasa se realizó siguiendo una ecuación alométrica para árboles tropicales[16], basada en todos los datos alométricos pantropicales disponibles para bosques húmedos de tierras bajas, según (Chave *et al*., 2014):

Biomasa (kg) = 0,0673*(*ρ*((d)^2)*H)^0,976

Dónde:
ρ : densidad específica de la madera
d : diámetro del individuo
H : altura del individuo

Brown (1997) también considera la fórmula alométrica descrita líneas arriba como la más usada últimamente, además de considerarla como el método más preciso y eficaz para estimar biomasa. Cabe señalar que la densidad de la madera fue obtenida de la base de datos de (Zanne *et al*., 2009 y Chave, J., 2009) a nivel de especie, sin embargo, cuando la especie no era conocida, se utilizó el promedio del valor a nivel de género o familia.

De forma adicional, se determinó la captura de carbono para cada especie arbórea en cada una de las parcelas estudiadas. La captura de carbono se calculó de acuerdo con la fórmula descrita por (MacDicken, 1997; Brown *et al*., 2005 y IPCC, 2007), haciendo uso de los datos obtenidos de biomasa (50% de la biomasa obtenida), de la siguiente forma:

Captura de carbono = Biomasa x 0,5

[16] Alométricas, refiere al termino alometría. Alometría se refiere a los cambios de dimensión relativa de las partes corporales correlacionadas con los cambios en el tamaño total.

5.4.1.5. Parámetros de la dinámica poblacional del bosque

Para calcular el incremento de biomasa aérea en árboles mayores a 10cm de DAP, es preciso conocer la dinámica poblacional de los mismos, es decir, saber cuántos árboles ingresan como reclutas y cuantos árboles mueren anualmente en cada parcela.

Para tal efecto se ha calculado la tasa de reclutamiento y tasa de mortalidad que refleja el incremento o decremento anual de árboles en cada parcela considerada.

a) Tasa de tallos reclutas (reclutamiento)

Para el cálculo de la tasa anual de reclutamiento se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación: } TR = \frac{[\mathrm{Ln(No-Nm+Nr)} - Ln(No-Nm)]}{\Delta \mathrm{t}}$$

Donde:
TR: Tasa anual de reclutamiento
Δt: Diferencia entre dos periodos de medición
Nm: Número de Individuos muertos en una determinada área.
No: Número de individuos al comienzo del periodo.
Nr: Número de individuos reclutados en el segundo periodo.

b) Tasa de tallos muertos (mortalidad)

De la misma manera es necesario calcular la cantidad de árboles que mueren anualmente en cada parcela. Para el cálculo de la tasa anual de mortalidad se usó la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación: } TM = \frac{[\mathrm{Ln\ (No) - Ln\ (No-Nm)}]}{\Delta \mathrm{t}}$$

Donde:

TM: Tasa anual de mortalidad
Δt: Diferencia entre dos periodos de medición
Nm: Número de Individuos muertos en una determinada área.
No: Número de individuos al comienzo del periodo.

Las tasas de reclutamiento y mortalidad fueron calculadas para cada parcela en cada periodo intercensal y para el periodo completo también.

c) Tasa de reemplazo o renovación (% de Turnover)

Es un parámetro que indica la velocidad con la que se renueva la biomasa del ecosistema, tendiendo a disminuir al aumentar la madurez y la complejidad del mismo, esta se da en función de la importancia de la mortalidad y del reclutamiento

$$TRE = \bar{\mathrm{x}}\ (tasa\ de\ mortalidad, tasa\ de\ reclutamiento)$$

5.4.1.6. Índices de valor de importancia (IVI)

La comparación de la composición florística de las parcelas se realizó mediante el análisis del índice de valor de importancia (IVI). Este índice revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal (Mostacedo y Fredericksen, 2000). El cálculo de este índice se realizó sobre la base de la determinación de tres parámetros principales: dominancia (área basal), densidad y frecuencia, del siguiente modo:

Dominancia Relativa (Do. R.)

$$\text{Do. R.} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

Densidad Relativa (De. R.)

$$\text{De. R.} = \frac{\text{N.° de individuos por especie}}{\text{N° total de individuos}} \times 100$$

Frecuencia Relativa (Fr. R.)

$$\text{Fr. R.} = \frac{\text{N.° de sub parcelas en que está la especie}}{\Sigma \text{ de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

Finalmente, el índice de valor de importancia (IVI) se calculó mediante la suma de esos tres parámetros, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{IVI} = \text{Do. R.} + \text{De. R} + \text{Fr. R}$$

Dónde:
IVI : Indice de Valor de Importancia
Do. R : Dominancia rrelativa
De. R : Densidad relativa
Fr. R : Frecuencia relativa

5.4.1.7. Índice biótico BMWP/Col

La calidad de los hábitats acuáticos de la zona evaluada se realizó a través del índice biótico *Biological Monitoring Working Party* adaptado para Colombia (BMWP/Col) de acuerdo con Roldan (2003). Se decidió emplear la adaptación colombiana de este índice, por considerarse que existen más similitudes biogeográficas con Colombia en términos de altitud, latitud y diversidad de familias taxonómicas de macroinvertebrados bentónicos, respecto a otros países donde también se realizaron adaptaciones de este índice. El detalle de los puntajes asignados a las familias que integran dicho índice es presentado a continuación (Tabla 5.13).

Tabla 5.13. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectidae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcydae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simulidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossossomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae,Scirtidae	7
Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldan, 2003.

La puntuación obtenida mediante el índice BMWP/Col se comparó con una escala de clases de calidad de agua, en la cual las puntuaciones más bajas corresponden a aguas de mala calidad y, las más altas, a aguas de buena calidad. La escala de clasificación de calidad de agua es presentada a continuación (Tabla 5.14).

Tabla 5.14. Calidad de las aguas de acuerdo con la valoración del índice BMWP/Col

Clase	Calidad	valor	Significado	Color
I	Buena	> 150; 101 - 120	Aguas muy limpias. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	Azul
II	Aceptable	61 - 100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36 - 60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16 - 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Roldan, 2003.

5.4.1.8. Índice de integridad biótica

Este modelo fue creado en 1981 y modificado en 1991 por Karr, donde hace uso de la diversidad y composición de la ictiofauna para determinar la conservación de los cuerpos de agua. Evalúa referencialmente la condición de los cuerpos de agua, basándose en los peces y adaptado para los hábitats amazónicos del Perú por Ortega *et. al*. (2007). En este índice los atributos a ser evaluados se agrupan en 3 categorías: Riqueza o diversidad de especies, composición trófica de las especies y, Abundancia y condición de los peces (Tabla 5.15). Al final, los datos son obtenidos de la lista de peces que presenta cada río o quebrada.

Tabla 5.15. Categorías y atributos considerados en el modelo IBI

Categorías	Medidas	Criterios	A	B	C
Riqueza o diversidad de especies	1	Número de spp.	1	3	5
	2	Characiformes	1	3	5
	3	Siluriformes	1	3	5
	4	Gymnotiformes	1	3	5
	5	No Ostariophysi	1	3	5
	6	Tolerantes	1	3	5
Composición trófica de las especies	7	Omnívoros	1	3	5
	8	Detritívoros	1	3	5
	9	Carnívoros	1	3	5
Abundancia y condición de los peces	10	N.° Individuos	1	3	5
	11	Saludables	1	3	5
	12	No lesionados	1	3	5
Totales			12	36	60

El puntaje puede ser 1 para un valor mínimo del atributo (condición no deseable), 5 es el máximo (condición deseable) y 3 es condición regular, así el puntaje por estación puede ser de 12 indicando que el cuerpo de agua está muy impactado hasta 60 para cuerpos de agua prístinos (Tabla 5.16).

Tabla 5.16. Calificación del estado de conservación de los cuerpos de agua, IBI

Calificación de Condición	Rango de Valores
Deteriorada	12-20
Afectada	21 - 30
Aceptable	31 - 40
Buena	41 - 50
Excelente	51 - 60

Fuente: Ortega *et. al.* (2007)

5.4.1.9. Índice de Boddicker

En el caso de mamíferos mayores, para estimar la abundancia de especies bajo la metodología de censo por transectos se utilizaron los índices de ocurrencia (IO) y abundancia (IA) (Boddicker *et al*., 2002). A continuación, se describen ambos índices en mención.

a) Índices de ocurrencia (IO)

El índice de ocurrencia provee una lista de especies confirmadas basadas en las evidencias acumuladas (rastros y entrevistas). Siguiendo el criterio de Boddicker *et al.* (2002), cuando los puntos acumulados de las diferentes evidencias alcanzaron un mínimo de 10 puntos o más, se concluyó que la especie está presente en la zona evaluada. Los valores para cada uno de estos registros están contenidos en la Tabla 5.17.

b) Índice de abundancia (IA)

Teniendo en cuenta que los registros incluyen avistamientos directos e indirectos, se vio conveniente no aplicar el índice de abundancia relativa a la distancia (IARD), porque tiende a sobrestimar o subestimar, de modo que se optó por determinar el índice de abundancia.

La aplicación del índice de abundancia es el más apropiado cuando no es posible una gran cobertura en un tiempo relativamente corto, de modo que para este propósito se usó la metodología descrita particularmente por Rodríguez y Amanzo (2001), donde los valores iguales o superiores a 25 indican mayor actividad de una especie en el área de estudio y valores inferiores a 25 indican niveles bajos de actividad.

Asumiendo que cada registro es un evento diferente, el índice de abundancia se obtuvo multiplicando el valor de un tipo de evidencia por el número de veces en que fue registrado. La sumatoria de todos los productos indica el índice de abundancia

Tabla 5.17. Puntaje para diferentes tipos de evidencias según Boddicker

Tipo de evidencia	Puntaje
Evidencia no ambigua	
Especie observada	10
Evidencia de alta calidad	
Huellas	5
Despojos (Huesos, pelos, cerdas)	5
Identificación por residentes locales	5
Vocalizaciones, emanación de sustancias odoríferos	5
Evidencias de baja calidad	
Camas, madrigueras, caminos, rasguños	4
Restos fecales	4
Restos de alimentos	4

5.4.1.10. Recolección de datos fotográficos y análisis de información

Para la estimación de riqueza y abundancia de especies de mamíferos por cámaras trampa, los datos fotográficos fueron analizados con el programa Camera Base, una base de datos en el programa Access, específicamente diseñada para analizar fotos de cámaras trampa (Tobler, 2013). Para el análisis de datos se consideraron todas las fotos, excepto aquellas en blanco o las que registraron a personas. Se calculó la frecuencia de captura de cada especie usando el número de apariciones en 1000 días-cámara. El conteo de captura es el número de cámaras en las cuales aparece el animal. El número de apariciones cuenta los eventos independientes (cada evento tiene un intervalo de 30 minutos).

Se calculó la frecuencia de captura de cada especie usando el número de apariciones en 1000 días de cámara (lo que se calcula usando el número de apariciones multiplicado por 1000/esfuerzo de muestreo). El número de apariciones son eventos independientes y se calculó tomando solo la aparición de la especie en la misma estación en un periodo de media hora, excluyendo las imágenes seguidas de la misma especie en el lapso de media hora, ya que muchas especies se detienen delante de la cámara por prolongados periodos como los pecaríes (Escobedo, 2015).

5.4.2. Estimación de la riqueza esperada

La curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo o de acuerdo con el incremento de número de individuos; de esta forma permite estimar el esfuerzo necesario para registrar a todas las especies presentes.

Modelo de la ecuación Clench

Este modelo es comúnmente utilizado para analizar la relación del esfuerzo de muestreo respecto a las especies registradas, siendo aplicado en varios taxones de forma óptima. Para la presente evaluación se utilizó este modelo debido a lo extenso del área evaluada, lo cual permite que existe una mayor probabilidad de agregar nuevas especies al estudio (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Su fórmula es:

$$S_n = a \times n/(1 + b \times n)$$

Donde:
a: Tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario.
b: Parámetro relacionado con la forma de la curva.

Para realizar la curva de acumulación de especies mediante este modelo se usó el programa EstimateS versión 9.1 (Colwell, 2013), que permite la aleatorización de las especies acumuladas de los muestreos y realiza cálculos del número de especies observadas y esperadas utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar del proceso de aleatorización. Por otro lado, se utilizó el paquete estadístico STATISTICA versión 7 (www.statsoft.com) para elaborar la curva de acumulación de especies.

5.4.3. Índice de diversidad

Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia) tal como señalan Moreno (2001) y Gaston (1996).

5.4.3.1. Diversidad alfa

a) Índice de Shannon-Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

Su fórmula es:

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

Donde
H': Índice de diversidad de la muestra
pi: Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

El valor de H' se encuentra acotado entre 0 y ln(S), donde «S» es el número total de especies. Tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica (o H'max.) en comunidades de máxima equitatividad.

b) Índice de equidad de Pielou (J')

Mide la tendencia de las especies a presentarse de manera igualmente frecuente. Una alta equidad ocurre cuando las especies son igualmente frecuentes en la comunidad (Odum, 1972). De modo contrario, la dominancia implica que unas cuantas especies (o una sola especie) presentan un mayor número de individuos, mientras que la mayoría de las especies presentan bajo número de individuo.

Su fórmula es:

$$J' = H'/Log2(S)$$

Donde:
H': Índice de Diversidad de Shannon Wiener.
log2 (S): Diversidad máxima (H'max) que se obtendría si las distribuciones de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

c) Índice de diversidad de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2001). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse mediante la fórmula:

$$\mathrm{D} = 1 - \sum \mathrm{pi}^2$$

Donde:
pi: Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Los índices de diversidad alfa fueron calculados mediante los programas estadísticos PAST versión 3.25 (Hammer *et al*., 2001) y PRIMER versión 6 (Clarke y Gorley, 2006). El índice de diversidad de Shannon-Wiener se presentan en las unidades bits/ind, mientras que los valores del índice de Simpson se presentan en las unidades probits/ind.

d) Números de Hill:

El índice de diversidad verdadera (Números de Hill), cuyas unidades son números de especies, miden lo que se denomina el número efectivo de especies presentes en una muestra, y son una medida del grado de distribución de las abundancias relativas entre las especies; N1 es el número de las especies abundantes y N2 es el número de las especies muy abundantes en la muestra. Los números de diversidad de Hill se determinan mediante las siguientes ecuaciones:

$$N1 = exp(H`)$$

Donde:
$H^{¨}$: índice de Shannon - Wiener

$$N2 = 1/DSi$$

Donde:

D_{Si} : índice de Simpson

e) Diversidad alfa de Fisher

Este índice de diversidad fue utilizado para la evaluación de flora silvestre, en ese sentido, la riqueza absoluta de especies arbóreas fue calculada cuantificando el número de especies y morfo-especies por parcela y la abundancia fue determinada realizando un listado de individuos por especies; además, se cuantificó la abundancia absoluta por parcelas con el propósito de describir y diferenciar las parcelas instaladas en las zonas evaluadas.

La diversidad arbórea en las parcelas fue determinada utilizando el índice de diversidad Alfa Fisher (Fisher, R. A., *et al*., 1943). Este índice caracteriza las comunidades vegetales que contienen pocas especies que son abundantes y muchas que son escasas, además valoriza la diversidad independientemente del área y del tamaño de la muestra (Krebs, 1989). Dicho índice evalúa eficazmente la diversidad en función del número de individuos y de especies, de modo que cuanto más diversa sea un área, mayor será el valor resultante. La ecuación matemática para determinar este índice es la siguiente:

$$S= \alpha \log_e [1 + (N /\alpha)]$$

Donde:
S: Es el número total de especies registradas en la muestra
N: número de individuos en la muestra
A: Índice de diversidad

5.4.3.2. Diversidad beta

a) Índice de Morisita

Este índice expresa cuan semejantes son dos muestras en base a la abundancia proporcional de cada especie en dichas muestras (Magurran, 1988; Krebs, 1989; Moreno, 2001). Este índice está definido por:

$$Morisita_{jk} = \frac{2\sum_{i=1}^{s}(x_{ij}x_{ik})}{(\lambda_1 + \lambda_2)\sum_{i=1}^{s}x_{ij}\sum_{i=1}^{s}x_{ik}}$$

Donde:
X_{ij}, X_{ik}: Número individuos de la especie i en las muestras J y K
N_j: $\sum X_{ij}$: Total de individuos en la muestra J
N_k: $\sum X_{ik}$: Total de individuos en la muestra K

b) Índice de Jaccard

El índice de Jaccard permite comparar el grado de similitud entre dos muestras por las especies que estas presentan (Moreno, 2001), para lo cual utiliza datos cualitativos expresados en la siguiente formula:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:
a: número de especies presentes en el sitio A
b: número de especies presentes en el sitio B
c: número de especies presentes en el sitio C

c) Índice de Bray Curtis

Para la evaluación de diversidad beta en las comunidades hidrobiológicas se utilizó el coeficiente de similitud de Bray Curtis en base a la similitud de especies entre puntos de muestreo para cada comunidad hidrobiológica y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$IBC = 1 - \frac{(\Sigma\, xi - yi)}{(\Sigma\, xi + yi)}$$

Donde:
IBC : índice de Bray Curtis
Xi : abundancia o densidad de especies i en un conjunto 1
Yi : abundancia de las especies i en otro conjunto

Para facilitar el análisis de los valores de similitud de manera visual, se procedió a la elaboración de dendrogramas mediante la unión de pares promedio (Sokal y Michener, 1958; Crisci y López, 1983) utilizando el programa estadístico PAST (Hammer *et al.*, 2001).

5.5. Determinación de especies endémicas y amenazadas

Los resultados del monitoreo de flora y fauna silvestre realizados en el 2019 fueron comparados con la evaluación realizada en el 2016, con el objetivo de ver la posible variación de la estructura y composición de las especies vegetales durante y después del derrame de petróleo ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP.

Asimismo, se realizó la identificación de especies de flora protegidas sobre la base de la última recategorización de flora silvestre para el Perú, realizada por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (Decreto Supremo N.º 043-2006-AG). Adicionalmente, se tomó en cuenta la Resolución Ministerial N.° 505-2016-MINAGRI, que aprueba la «Lista de clasificación oficial de especies de flora silvestre categorizadas como amenazadas»; considerando que en esta clasificación se incrementa la cantidad de especies a proteger y presenta modificaciones en las categorías para ciertas especies.

Para el caso de la fauna silvestre, se determinó a las especies amenazadas de fauna silvestre (mamíferos, anfibios y reptiles) obtenidas en la presente evaluación, mediante una comparación con la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas, aprobado según D.S. N.° 004-2014-MINAGRI y el Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú (SERFOR, 2018).

Además, tanto para flora y fauna silvestre, se tomaron en cuenta, las categorías determinadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) para la clasificación de especies sobre la base de criterios que determinan su estatus de conservación. Estas categorías son: extinto (EX), extinto en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazado (NT), preocupación menor (LC), menor riesgo o casi amenazado (LR), datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE). Las especies listadas en las categorías CR, EN y VU se

consideran «amenazadas». Asimismo, se listaron las especies incluidas en los apéndices de la CITES (2017).

Las especies de anfibios y reptiles endémicas de Perú fueron determinadas mediante la revisión de bibliografía especializada, como las descripciones originales de las especies o aquellas que indiquen la ampliación de rango. Adicionalmente, se consultaron bases de datos en línea como «Reptile Database» (Uetz *et al*., 2019), «Amphibian species of the world» (Frost, 2019), «Amphibiaweb» (AmphibiaWeb, 2019) y la Lista Roja de especies amenazadas de la IUCN (2019).

Finalmente se realizó un registro fotográfico de todas las especies de flora y fauna silvestre observadas y los hábitats evaluados en cada zona de evaluación, los cuales se presentan en el Anexo 2 (Reporte de resultados).

Tabla 5.18. Categorías de conservación Nacional e internacional para Flora y Fauna Silvestre

Lista	Categoría	Descripción
Decreto Supremo N° 043-2006 (Flora)/Decreto Supremo Nº 004-2014 (Fauna)	En Peligro Crítico (CR)	Cuando la mejor evidencia disponible acerca de un taxón indica la reducción en el número de poblaciones, una distribución limitada (menos de 100 km^2), un tamaño de población reducida (estimada en menos de 250 individuos maduros), y el análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en estado silvestre es por lo menos del 50 % dentro de 10 años o 3 generaciones.
	En Peligro (EN)	Cuando la mejor evidencia disponible acerca de un taxón indica la reducción en el número de poblaciones, una distribución geográfica limitada (menos de 5000 km^2), un tamaño de población reducida (estimada en menos de 2500 individuos maduros), y el análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en estado silvestre es de por lo menos del 20 % en 20 años o 5 generaciones.
	Vulnerable (VU)	Cuando la mejor evidencia disponible acerca de un taxón indica que existe una reducción en el número de poblaciones, una distribución geográfica limitada (menos de 200000 km^2), un tamaño de la población reducida (estimada en menos de 100000 individuos), y el análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en estado silvestre es de por lo menos 10 % dentro de 100 años.
	Casi Amenazada (NT)	Cuando la mejor evidencia disponible muestra que si bien un taxón no cumple con los criterios: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y/o Vulnerable (VU), está próximo a satisfacer dichos criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano.
IUCN	En Peligro Crítico (CR)	Un taxón está en CR cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple alguno de los criterios para la categoría CR y, por consiguiente, se considera en riesgo extremadamente alto de extinción.
	En Peligro (EN)	Un taxón está en cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple alguno de los criterios para la categoría EN y, por consiguiente, se considera en riesgo alto de extinción en estado silvestre.
	Vulnerable (VU)	Un taxón está en estado VU cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple alguno de los criterios para la categoría VU y, por consiguiente, se considera en riesgo alto de extinción en estado silvestre.

Lista	Categoría	Descripción
	Casi Amenazado (NT)	Un taxón está en estado casi amenazado (NT) cuando ha sido evaluado según los criterios de la categoría y no satisface los criterios para CR, EN o VU; pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.
CITES	Apéndice I	Lista de especies de animales y plantas con mayor peligro de extinción. Están amenazadas de extinción.
	Apéndice II	Lista de especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este apéndice figuran también las llamadas «especies semejantes», es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.
	Apéndice III	Lista de las especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

Fuente: CITES: Convención Internacional para el Comercio de especies de Fauna y Flora en Peligro-CITES. (2017). Apéndices I, II y III. <http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/>; IUCN: The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2. <https://www.iucnredlist.org>

6. RESULTADOS

6.1. Comunidades hidrobiológicas

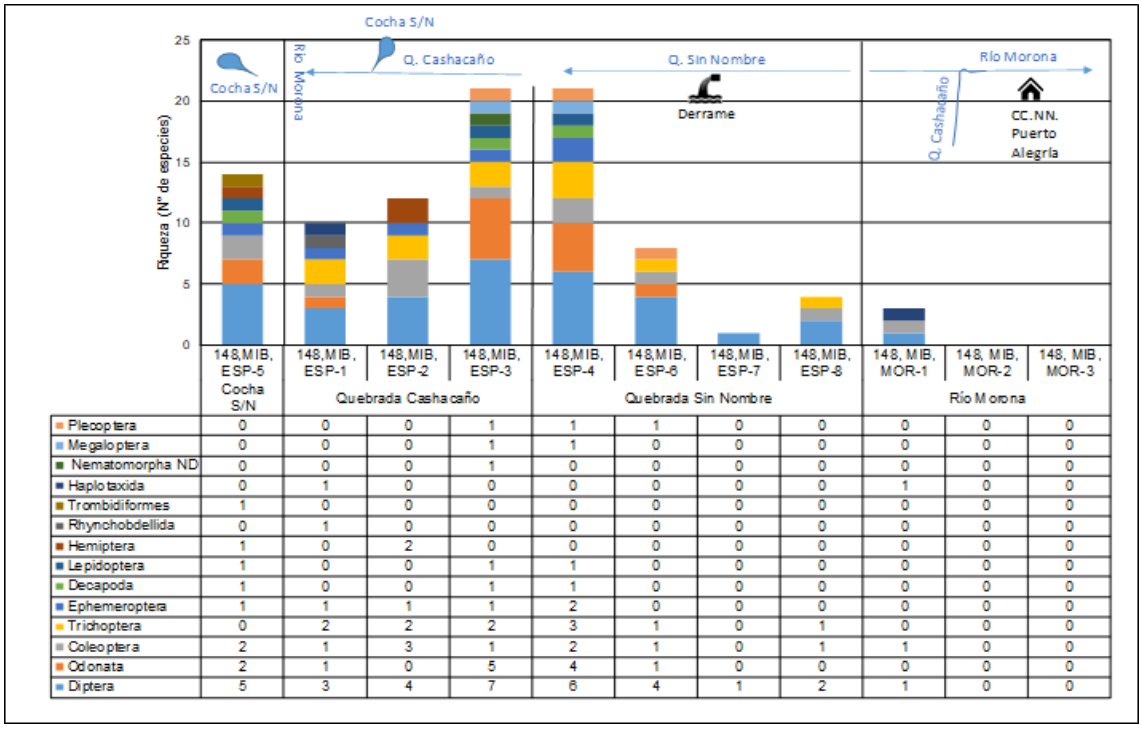
En esta sección se presentan y analizan los resultados de la evaluación de las comunidades hidrobiológicas desarrollada. Se evaluaron las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y peces. Adicionalmente para la comunidad peces se realizó un análisis de tejido.

6.1.1. Macroinvertebrados bentónicos

6.1.1.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

Durante el monitoreo realizado se identificaron un total de 43 especies distribuidas en 3 phyla, conformados por 14 órdenes, de los cuales Diptera (10), Odonata (6), Coleóptera (6) y Trichoptera (6) fueron los más dominantes. A nivel de familia la comunidad de macroinvertebrados estuvo conformada por 32 familias, de los cuales Chironomidae (7) fue la más dominante. La lista completa de las especies con sus respectivas abundancias se presenta en el Anexo 3 (Mapas).

En el cuerpo de agua lentico (cocha Sin Nombre), el punto de muestreo 148, MIB, ESP-5 registró una riqueza de 14 especies. En los cuerpos de agua lóticos, los puntos de muestreo 148,MIB,ESP-3 y 148,MIB,ESP-4 ubicados en la quebrada Cashacaño y Sin Nombre, respectivamente, presentan la mayor riqueza con 21 especies cada una; mientras que, el punto 148,MIB,ESP-7 ubicado aguas arriba del derrame, en la quebrada Sin Nombre, presenta la menor riqueza con solo 1 especie registrada; y los puntos 148,MIB,MOR-2 y 148,MIB,MOR-2 ubicados en el río Morona no registran especies (Figura 6.1)



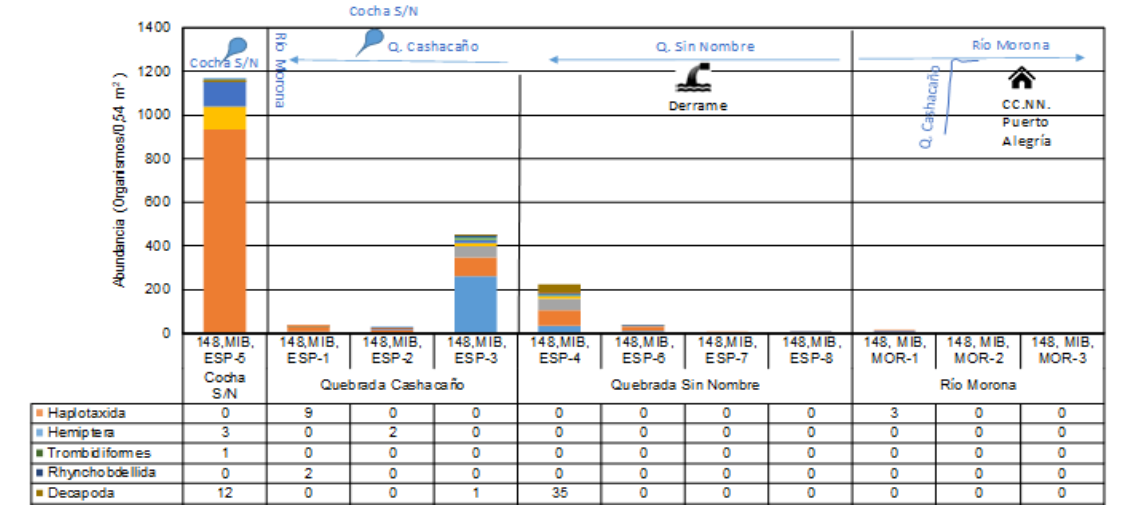
Plecoptera	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Megaloptera	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Nematomorpha ND	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Haplotaxida	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Trombidiformes	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhynchobdellida	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemiptera	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepidoptera	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Decapoda	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	0	2	2	2	3	1	0	1	0	0	0
Coleoptera	2	1	3	1	2	1	0	1	1	0	0
Odonata	2	1	0	5	4	1	0	0	0	0	0
Diptera	5	3	4	7	6	4	1	2	1	0	0

Figura 6.1. Riqueza de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos según orden en la zona de estudio

La abundancia total de macroinvertebrados bentónicos fue de 1963 organismos/0,54m^2, donde el orden Diptera (1151 organismos/0,54m^2; 58,63%) fue el que presentó la mayor abundancia, seguido por el orden Trichoptera (303 organismos/0,54m^2; 15,95 %). A nivel de familia, Chironomidae (1131 organismos/0,54 m^2; 57,61 %), Hydropsychidae (202 organismos/0,54m^2; 10,29 %) y Perlidae (109 organismos/0,54m^2; 5,56 %), fueron los más abundantes (Anexo 2).

El punto de muestreo 148,MIB,ESP-5 ubicado en la cocha Sin Nombre presentó la mayor abundancia (1168 organismos/0,54m^2),la cual está representada por organismos del orden Díptera (1151 organismos/0,54m^2), siendo la especie *Rheotanytarsus* sp. la más abundante (697 organismos/0,54m^2). En la quebrada Cashacaño el punto de muestreo con mayor abundancia fue 148,MIB,ESP-3 (450 organismos/0,54m^2), la cual estuvo representada por organismos del orden Trichoptera (260 organismos/0,54m^2), siendo la familia Hydropsychidae. la más abundante (176 organismos/0,54m^2).

En la quebrada Sin Nombre el punto de muestreo con mayor abundancia fue 148,MIB,ESP-4 (222 organismos/0,54m^2), la cual estuvo representada por organismos del orden Diptera (72 organismos/0,54m^2) y Plecoptera (53 organismos/0,54m^2), siendo las familias Chironomidae (72 organismos/0,54m^2) y Perlidae (53 organismos/0,54m^2) las más abundantes . En el río Morona el punto de muestreo 148,MIB,MOR-1, ubicado aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Cashacaño al río en mención, registró la mayor abundancia (13 organismos/0,54m^2.), la cual estuvo representada por la familia Gyrinidae del orden Coleoptera (8 organismos/0,54m^2), en cambio, en los puntos aguas abajo, 148,MIB,MOR-2 y 148,MIB,MOR-3, de la desembocadura de la quebrada Cashacaño al río Morona, no se registró organismos (Figura 6.2 y Anexo 2).



	148,MIB, ESP-5 Cocha S/N	148,MIB, ESP-1	148,MIB, ESP-2	148,MIB, ESP-3	148,MIB, ESP-4	148,MIB, ESP-6	148,MIB, ESP-7	148,MIB, ESP-8	148, MIB, MOR-1	148, MIB, MOR-2	148, MIB, MOR-3
	Cocha S/N	Quebrada Cashacaño			Quebrada Sin Nombre				Río Morona		
Haplotaxida	0	9	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Hemiptera	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Trombidiformes	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhynchobdellida	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Decapoda	12	0	0	1	35	0	0	0	0	0	0
Nematomorpha ND	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	1	1	1	3	4	0	0	0	0	0	0
Megaloptera	0	0	0	6	8	0	0	0	0	0	0
Lepidoptera	1	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	109	1	7	14	6	3	0	1	8	0	0
Odonata	108	3	0	15	9	1	0	0	0	0	0
Plecoptera	0	0	0	54	53	2	0	0	0	0	0
Diptera	933	19	13	86	72	22	1	3	2	0	0
Trichoptera	0	6	3	260	34	9	0	1	0	0	0

Figura 6.2. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos según orden en la zona de estudio

6.1.1.2. Diversidad alfa

Según los índices de diversidad analizados, el mayor valor de diversidad verdadera según los números de Hill (N1) fue en el punto 148,MIB,ESP-2 con 9,99 especies efectivas y fue menor en los puntos 148,MIB,ESP-7; 148,MIB,MOR-2; 148,MIB,MOR-3 con 1 especie efectiva.

Respecto a la dominancia de Simpson(D), el punto 148,MIB,ESP-7 presentó el máximo valor de 1, debido a la dominancia de una sola especie, mientras que en el punto 148,MIB,ESP-2 se obtuvo el valor de 0,12, este valor nos indicó que no hay especie predominante en la muestra . Estos datos fueron inversos a los obtenidos en el índice de equidad de Pielou (J'), donde se registró valores de 0,96 en el punto 148,MIB,ESP-8 y 0,93 en el punto 148,MIB,ESP-2, es decir, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos es más homogénea en estos puntos (Tabla 6.1)

Tabla 6.1. Índices de diversidad alfa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la zona de evaluación

Cuerpo de agua	Puntos de muestreo	Índices de Diversidad		
		Diversidad verdadera (N1)	Índice de Equidad de Pielou (J')	Dominancia de Simpson (D)
Cocha Sin Nombre	148,MIB,ESP-5	4,16	0,54	0,39
Quebrada Cashacaño	148,MIB,ESP-1	6,76	0,83	0,2
	148,MIB,ESP-2	9,99	0,93	0,12
	148,MIB,ESP-3	7,35	0,66	0,22
Quebrada Sin Nombre	148,MIB,ESP-4	9,82	0,75	0,15
	148,MIB,ESP-6	5,54	0,82	0,23
	148,MIB,ESP-7	1	-	1
	148,MIB,ESP-8	3,79	0,96	0,28
Río Morona	148,MIB,MOR-1	2,52	0,84	0,46
	148,MIB,MOR-2	1	-	-
	148,MIB,MOR-3	1	-	-

: Valores altos de índices de diversidad alfa.
: Valores bajos de índices de diversidad alfa.

6.1.1.3. Índice biótico BMWP/Col

En la Tabla 6.2 se presentan los resultados de la calidad biológica del ecosistema acuático, determinada referencialmente a partir del índice *Biological Monitoring Working Party* adaptado para Colombia (BMWP/Col). Se observó que el máximo valor registrado para el índice fue de 100 en el punto 148,MIB,ESP-3, que corresponde a una calidad biológica aceptable; y los menores valores del índice fueron 2, 4, 0 y 0 en los puntos 148,MIB,ESP-7, 148,MIB,MOR-1, 148,MIB,MOR-2 Y 148,MIB,MOR-3, respectivamente, estos corresponden a una calidad biológica aceptable.

Tabla 6.2. Resultado del índice biótico BMWP/Col en los puntos de muestreo de la zona evaluada

Cuerpo de agua	Punto de muestreo	BMWP/Col				
		Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
Cocha Sin Nombre	148,MIB,ESP-5	No aplica				
Quebrada Cashacaño	148,MIB,ESP-1	III	Dudosa	40	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
	148,MIB,ESP-2	III	Dudosa	50	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo

Cuerpo de agua	Punto de muestreo	BMWP/Col				
		Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
	148,MIB,ESP-3	II	Aceptable	100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
Quebrada Sin Nombre	148,MIB,ESP-4	II	Aceptable	92	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
	148,MIB,ESP-6	IV	Crítica	30	Aguas muy contaminadas	Naranja
	148,MIB,ESP-7	V	Muy crítica	2	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo
	148,MIB,ESP-8	IV	Crítica	17	Aguas muy contaminadas	Naranja
Río Morona	148,MIB,MOR-1	V	Muy crítica	4	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo
	148,MIB,MOR-2	V	Muy crítica	0	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo
	148,MIB,MOR-3	V	Muy crítica	0	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

6.1.2. Necton (peces)

En base a los antecedentes se evaluó la ictiofauna acuática con respecto al derrame ocurrido en el año 2016.

6.1.2.1. Composición y riqueza

Se identificaron un total de 40 especies agrupados en 32 géneros, 18 familias y 5 órdenes. Los peces registrados se agruparon principalmente en el superorden Ostariophysi y otros ordenes, básicamente de origen marino (No Ostariophysi). El superorden Ostariophysi son los más diversos y representativos en ambientes tropicales (Reis *et al*., 2003); además, poseen células epiteliales que producen una sustancia de alarma, que se detecta por el sentido del olfato y provoca una reacción de miedo (Nelson, 2016). En nuestro estudio este superorden, está representado por los órdenes Characiformes, Siluriformes y Gymnotiformes, siendo dominantes en riqueza representando el 82,05 % del total con 33 especies. El grupo No Ostariophysi está conformado por los órdenes Clupeiformes y Cichliformes que representó sólo el 17,95 % de la riqueza total con 7 especies, agrupadas en 6 géneros y 3 familias, tal como se observa en la Tabla 6.3.

Tabla 6.3. Composición taxonómica registradas en el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano

Superorden	Orden	Familia	Género	Especie
Ostariophysi	Characiformes	10	19	21
	Siluriformes	4	6	11
	Gymnotiformes	1	1	1
No Ostariophysi	Clupeiformes	1	1	1
	Cichliformes	2	5	6
Total		18	32	40

La mayor riqueza se registró en el punto 148,PEC, Cash-1 con 14 especies y la menor riqueza en el punto 148,PEC, Esp-1 con 2 especies Figura 6.3.

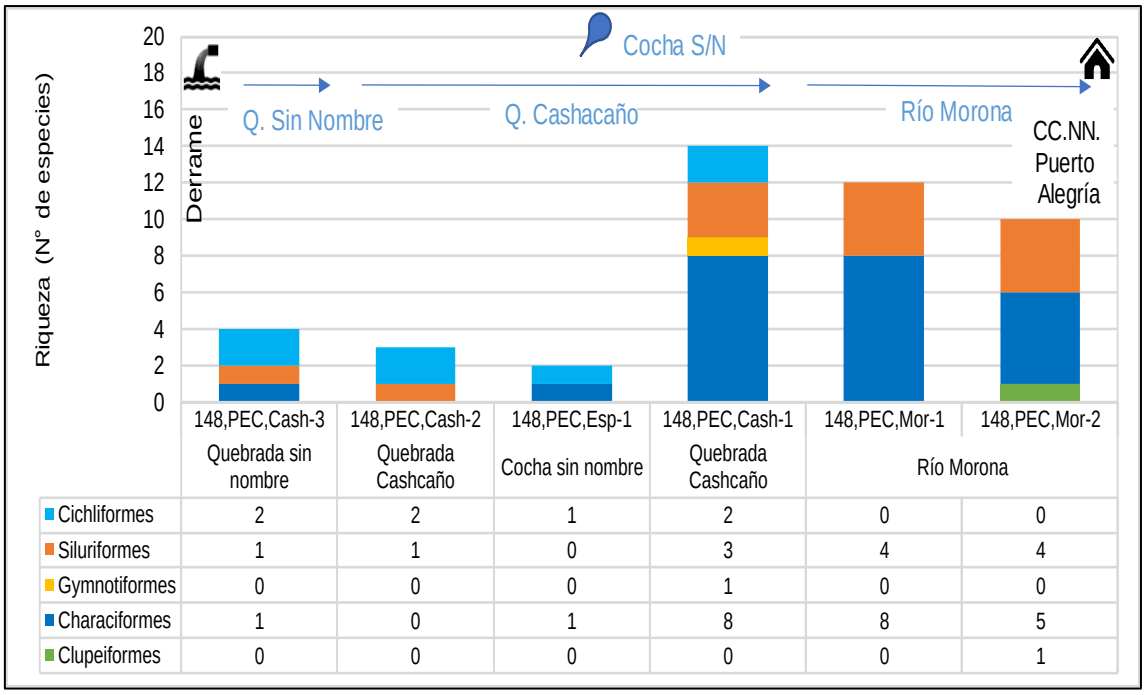
En la quebrada Cashacaño, después de la confluencia con la quebrada Sin Nombre, se encontraron 17 especies, registrándose la mayor riqueza en el punto 148,PEC, Cash-1 con 14 especies, siendo el orden con mayor representatividad, Characiformes donde estuvieron registradas las especies *Brycon* sp., *Psectrogaster* sp., *Boulengerella maculata*, *Rhaphiodon vulpinus*, *Hoplias malabaricus*, *Prochilodus nigricans*, *Serrasalmus rhombeus* y *Triportheus angulatus* siendo estas de hábitos frutívoros, detritívoros y carnívoros. También, se destaca la presencia de *Eigenmannia* sp. que, con sus adaptaciones de presentar un cuerpo alargado, carentes de aletas pélvicas y dorsales y una aleta anal muy larga y tener actividad nocturna, durante el día se ocultan en cárcavas, raíces de la orilla y en la vegetación flotante; además, presentan una baja fecundidad, tienen hábitos alimenticios carnívoros Galvis et al. 2006.

En el punto 148,PEC, Cash-3 ubicado en la quebrada Sin Nombre, después del evento de derrame del 2016, se registraron 3 especies; *Jupiaba* sp. Auchenipteridae y *Crenicichla Lucius* distribuidas en 3 de los cinco ordenes; siendo estas de hábitos detritívoros y carnívoros.

La cocha Sin Nombre, ubicada en la margen izquierda de la quebrada Cashacaño, se caracterizó por ser de poca profundidad, transparencia total y sustrato limoso, en esta solo se encontraron dos especies, *Apistogramma* sp. y characidos pequeños que no se lograron identificar.

En el río Morona, se registraron un total de 19 especies distribuidas en 4 órdenes siendo el orden mejor representado, Characiformes con 12 especies. En el punto 148,PEC,Mor-1 ubicado aguas arriba de la confluencia con la quebrada Cashacaño, referenciado como punto blanco al derrame del año 2016, se encontraron 12 especies, de las cuales 8 corresponden a los Characiformes (*Galeocharax gulo*, *Schizodon fasciatus*, *Leporinus* sp., *Salminus hilarii*, *Prochilodus nigricans*, *Mylossoma aureum*, *Mylossoma duriventre*, *Triportheus angulatus*) y 4 especies del orden Siluriformes (*Centromochlus* sp., *Centromochlus heckelii*, *Pimelodus* sp., *Pimelodus* aff. *pictus*).

Por otro lado, en el punto 148,PEC,Mor-2, después de la confluencia con la quebrada Cashacaño, se registraron 10 especies distribuidas en los órdenes Characiformes, Siluriformes y Clupeiformes (*Lycengraulis batesii*, *Astyanax abramis*, *Roeboides affinis*, *Tetragonopterus argenteus*, *Triportheus angulatus*, *Agoniates anchovia*, *Auchenipterus nuchalis*, *Centromochlus heckelii*, *Cetopsis coecutiens* y *Pimelodus* sp.).



	148,PEC,Cash-3 Quebrada sin nombre	148,PEC,Cash-2 Quebrada Cashcaño	148,PEC,Esp-1 Cocha sin nombre	148,PEC,Cash-1 Quebrada Cashcaño	148,PEC,Mor-1 Río Morona	148,PEC,Mor-2
Cichliformes	2	2	1	2	0	0
Siluriformes	1	1	0	3	4	4
Gymnotiformes	0	0	0	1	0	0
Characiformes	1	0	1	8	8	5
Clupeiformes	0	0	0	0	0	1

Figura 6.3. Riqueza de especies de peces registradas entre el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano

6.1.2.2. Abundancia

En total se registraron 138 individuos distribuidos en 5 órdenes, donde Characiformes fue el mas abundante con 69 individuos. Por otro lado, Gymnotiformes y Clupeiformes registraron la menor abundancia con solo un individuo cada uno (Tabla 6.4).

Tabla 6.4. Abundancia registrada en el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano

Superorden	Orden	N.° de individuos
Ostariophysi	Characiformes	69
	Siluriformes	26
	Gymnotiformes	1
No Ostariophysi	Clupeiformes	1
	Cichliformes	41
Total		138

La abundancia varió entre 7 y 43 individuos, perteneciendo el menor valor al punto de muestreo 148,PEC,Esp-1 ubicado en la cocha Sin Nombre Figura 6.3.

En la quebrada Cashacaño se registró un total 48 individuos. En el punto 148,PEC, Cash-1 se registró la mayor abundancia con 37 individuos, siendo la especie más abundante *Triportheus angulatus* con 8 individuos. Por otro lado, en el punto 148,PEC, Cash-2 se encontró una menor abundancia (11 individuos) siendo la más abundante *Cichlasoma amazonarum* con 10 individuos.

En la quebrada Sin Nombre, la especie con mayor abundancia fue *Cichlasoma amazonarum* con 23 individuos, siendo esta una especie con régimen alimenticio omnívoro, de pequeño porte y tolerante a condiciones adversas.

En el río Morona, en el punto 148,PEC,Mor-1 ubicado aguas arriba de la confluencia con la quebrada Cashacaño, tomado como punto blanco al derrame del año 2016, se registró la mayor abundancia con 43 individuos; siendo la especie más abundante *Mylossoma duriventre* con 14 individuos de porte mediano y hábitos omnívoros. Por otro lado, en el punto 148,PEC,Mor-2, después de la confluencia con la quebrada Cashacaño se evidenció una disminución en la abundancia, registrándose 15 individuos y siendo la especie más abundante *Triportheus angulatus* con 4 individuos.

En el punto 148,PEC,Esp-1, ubicado en la cocha Sin Nombre se registró la menor abundancia encontrándose 5 individuos de *Apistogramma* sp. (Cichliformes) y 2 characidos pequeños.

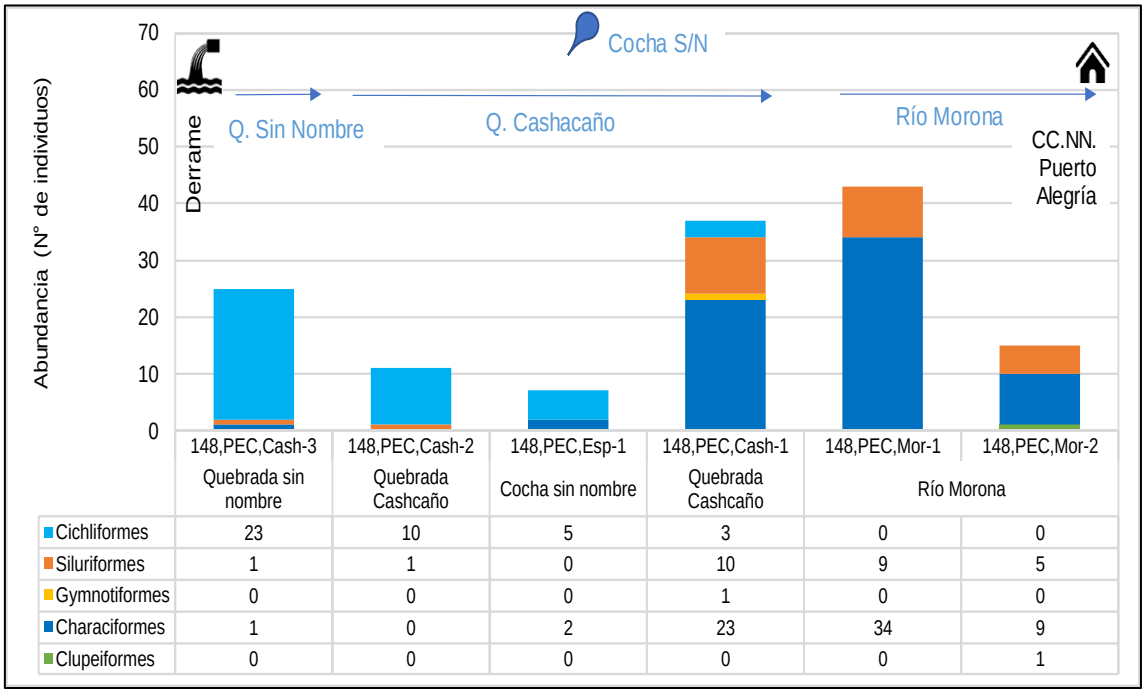


Figura 6.4. Abundancia de especies de peces registradas en el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano

En la Tabla 6.5 se observa que según el tipo de hábitat hay una mayor abundancia de peces en el río Marañón, pero la diferencia con lo registrado en las quebradas es mínima; sin embargo, con lo registrado en la cocha es bastante notoria la diferencia. Es probable, que esta menor abundancia esté relacionada a las características de la cocha que se encontró aislada de los ambientes acuáticos y con poca profundidad, transparencia total y sustrato limoso.

Tabla 6.5. Abundancia de las especies registradas el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano

Orden	Familia	Especie	Nombre común[d]	Quebrada	Cocha	Río
Clupeiformes	Engraulidae	*Lycengraulis batesii*[b]	sardina	0	0	1
Characiformes	Characidae	*Astyanax abramis*[b]	mojara	0	0	1
Characiformes	Characidae	*Jupiaba* sp.[a]	mojara	1	0	0
Characiformes	Characidae	*Galeocharax gulo*[b]	denton	0	0	1
Characiformes	Characidae	*Roeboides affinis*[b]	denton	0	0	1
Characiformes	Characidae	*Tetragonopterus argenteus*[b]	mojara	0	0	1
Characiformes	Characidae	Characidae ND[c]	-	0	2	0

Orden	Familia	Especie	Nombre común[d]	Quebrada	Cocha	Río
Characiformes	Anostomidae	Schizodon fasciatus[b]	lisa	0	0	1
Characiformes	Anostomidae	Leporinus sp.[b]	lisa	0	0	1
Characiformes	Bryconidae	*Salminus hilarii*[b]	sabalo macho	0	0	1
Characiformes	Bryconidae	*Brycon* sp.[a]	Sabalo	1	0	0
Characiformes	Curimatidae	*Psectrogaster* sp.[a]	Ractacara	1	0	0
Characiformes	Ctenoluciidae	*Boulengerella maculata*[a]	pez lápiz	1	0	0
Characiformes	Cynodontidae	*Rhaphiodon vulpinus*[a]	Chambira	1	0	0
Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias malabaricus*[a]	Fasaco	1	0	0
Characiformes	Prochilodontidae	*Prochilodus nigricans*	Boquichico	1	0	1
Characiformes	Serrasalmidae	*Mylossoma aureum*[b]	palometa	0	0	1
Characiformes	Serrasalmidae	*Mylossoma duriventre*[b]	palometa	0	0	1
Characiformes	Serrasalmidae	*Pygocentrus nattereri*	paña roja	0	0	0
Characiformes	Serrasalmidae	*Serrasalmus rhombeus*[a]	Piraña	1	0	0
Characiformes	Triportheidae	*Triportheus angulatus*	Sardina	1	0	2
Characiformes	Triportheidae	*Agoniates anchovia*[b]	mojarrita	0	0	1
Gymnotiformes	Stenopygidae	**Eigenmannia* sp.[a]	Macana	1	0	0
Siluriformes	Auchenipteridae	*Ageneiosus* sp.[a]	Bocón	1	0	0
Siluriformes	Auchenipteridae	*Auchenipterus nuchalis*[b]	leguia	0	0	1
Siluriformes	Auchenipteridae	*Centromochlus* sp.[b]	aceitero	0	0	1
Siluriformes	Auchenipteridae	*Centromochlus heckelii*[b]	aceitero	0	0	2
Siluriformes	Auchenipteridae*	Auchenipteridae[a]	-	1	0	0
Siluriformes	Cetopsidae	*Cetopsis coecutiens*[b]	bagre ballena	0	0	1
Siluriformes	Heptapteridae	Heptapteridae[a]	-	1	0	0
Siluriformes	Pimelodidae	*Calophysus macropterus*[a]	Mota punteada	1	0	0
Siluriformes	Pimelodidae	*Calophysus* sp.[a]	Mota blanca	1	0	0
Siluriformes	Pimelodidae	*Pimelodus* sp.[b]	Cunshi	0	0	2
Siluriformes	Pimelodidae	*Pimelodus* aff. *pictus*[b]	Cunshi	0	0	1
Cichliformes	Cichlidae	*Apistogramma* sp.[c]	Bujurqui	0	5	0
Cichliformes	Cichlidae	**Bujurquina* sp.[a]	Bujurqui	1	0	0
Cichliformes	Cichlidae	**Crenicichla* sp.[a]	Anashua	1	0	0
Cichliformes	Cichlidae	*Crenicichla lucius*[a]	Anashua	1	0	0
Cichliformes	Cichlidae	*Cichlasoma amazonarum*[a]	Bujurqui	2	0	0
Cichliformes	Scianidae	*Plagioscion* sp.[a]	Corvina	1	0	0
ABUNDANCIA TOTAL (Individuos/muestra)				**21**	**7**	**22**

[a] Especies solo registradas en quebrada
[b] Especies solo registradas en río
[c] Especies solo registradas en cocha
[d] Nombre común tomado de la «Lista anotada de los peces de aguas continentales de Perú» (Ortega *et al*., 2012) y algunos nombres fueron tomados de los pobladores en campo.

6.1.2.3. Diversidad

a) Diversidad alfa

Los índices de diversidad alfa se presentan en la Tabla 6.6. El índice equidad de Pielou (J'), registró un valor promedio de 0,73 siendo su valor mínimo 0,36 en el punto de muestreo 148,PEC,Cash-3 y su máximo valor 0,94 en el punto 148,PEC,Mor-2. Los valores más cercanos a 1 indican que todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

Tabla 6.6. Índices de diversidad alfa de peces entre el km 206+035 del ramal norte del ONP

N.°	Zona de estudio	Puntos de muestreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Equidad de Pielou (J')
1	Quebrada Cashcaño	148,PEC,Cash-1	14	37	0,90
2	Quebrada Cashcaño	148,PEC,Cash-2	3	11	0,55
3	Quebrada sin nombre	148,PEC,Cash-3	4	25	0,36

N.°	Zona de estudio	Puntos de muestreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Equidad de Pielou (J')
4	Cocha sin nombre	148,PEC,Esp-1	2	7	0,86
5	Río Morona	148,PEC,Mor-1	12	43	0,80
6	Río Morona	148,PEC,Mor-2	10	15	0,94
Promedio			7,5	23	0,73
Total			45	138	4,40

: Valores altos de índices de diversidad alfa.
: Valores bajos de índices de diversidad alfa.

b) Diversidad beta

El análisis de agrupamiento mediante el índice de similaridad de Bray-Curtis para los peces definió 1 grupo con una similaridad mayor al 50 % que está conformado por los puntos de muestreo 148,PEC,Cash-2 y 148,PEC,Cash-3, los cuales presentaron el 52 % de similaridad. Esta similaridad estaría asociada a la baja riqueza registrada en estos puntos debido a la cercanía al evento del derrame ocurrido en el 2016 encontrándose como especie común a *Cichlasoma amazonarum*; además de la presencia de especies detritívoras y carnívoras, que comparten el mismo el mismo hábitat de quebrada (Figura 6.5).

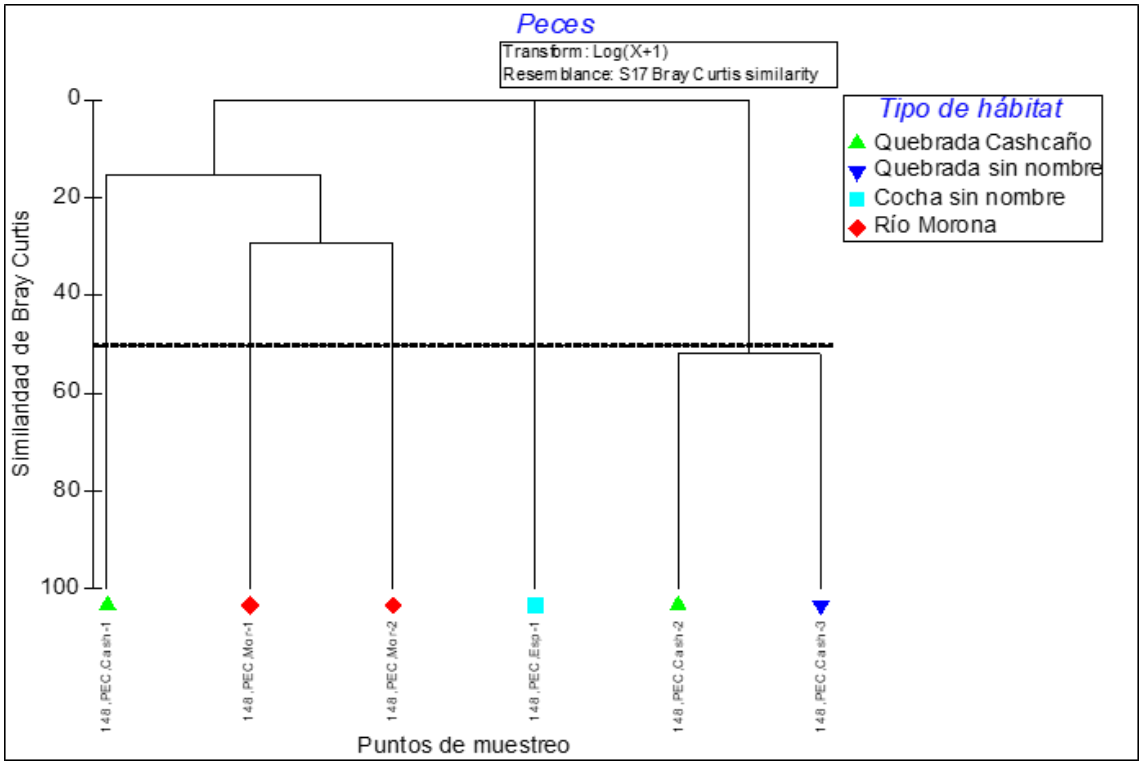


Figura 6.5. Dendrograma de similaridad Bray Curtis de los puntos de muestreo en el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano

6.1.2.4. Índice de integridad biológica (IBI)

Referencialmente se realizó el IBI en los puntos evaluados y se obtuvieron valores de 26 a 42 encontrándose que los ambientes acuáticos están calificados como afectados y aceptables, donde el 66,67 % de los puntos calificó como aceptable (148,PEC,Cash-1, 148,PEC,Cash-3, 148,PEC,Mor-1 y 148,PEC,Mor-2) y el 33,33 % (148,PEC,Cash-2, 148,PEC,Esp-1) calificó como afectada (Figura 6.6).

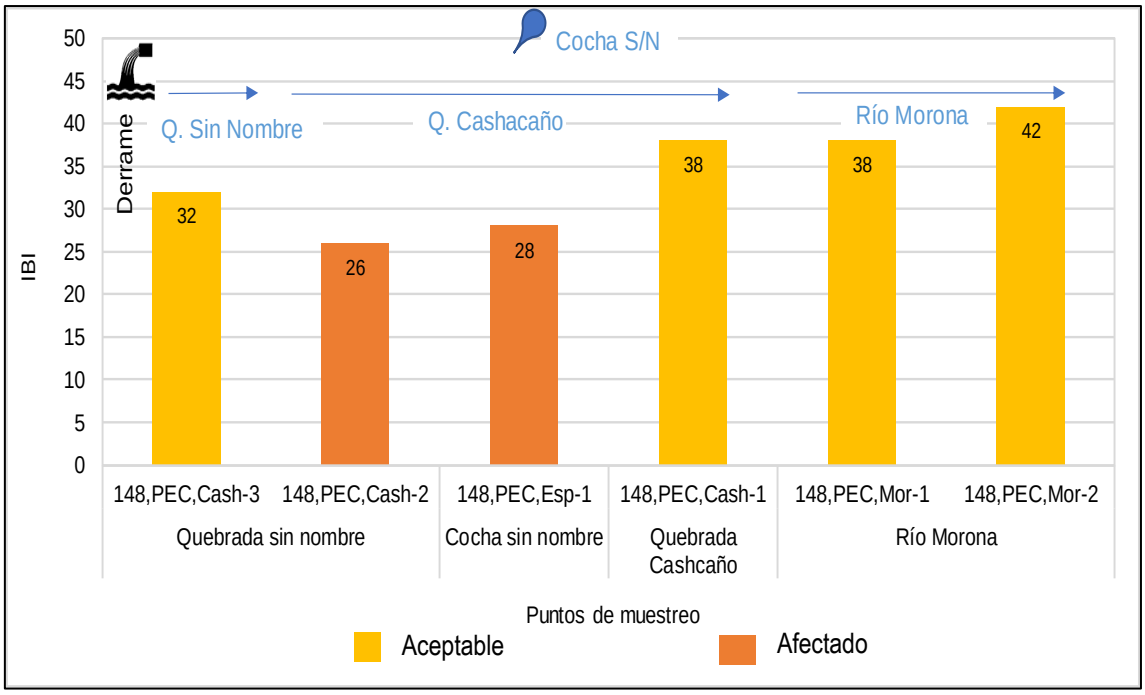


Figura 6.6. Estado de conservación de IBI en el km 206+035 del ramal norte del oleoducto norperuano

6.1.3. Tejido en peces

En cuanto a los análisis de tejido muscular de peces, los valores de HAP fueron menores al límite de cuantificación, asimismo, los valores correspondientes a los metales, no superaron ningún valor de acuerdo a las normas revisadas, debido a ello se indica que no hay indicios de contaminación en tejido de peces (Anexo 2) Reporte de Resultados.

6.2. Flora Silvestre

Los resultados obtenidos de la evaluación de flora silvestre estuvieron enfocados en base a la evaluación realizada en abril de 2016 (donde se realizaron colecciones botánicas en 2 parcelas permanentes de 0,5 ha) y el monitoreo de las mismas en setiembre de 2019, tal como se detalla en la Tabla 6.7.

Tabla 6.7. Número de individuos, géneros y especies de árboles registrados para los años 2016 y 2019

Parcelas	Año 2016			Año 2019		
	Individuos	Géneros	Especies	Individuos	Géneros	Especies
CA-BL-01	289	64	99	295	67	107
CA-DE-01	253	65	97	35	19	23

CA-BL-01: Parcela en área no impactada; CA-DE-01: Parcela en área impactada

Asimismo, la Tabla 6.7 y la Figura 6.7 muestran la cantidad de especies, géneros y abundancia de árboles registrados en cada parcela según el año de evaluación, los resultados muestran que existe diferencia significativa en cuanto a la composición florística a través de los 3 años, positiva para la parcela CA-BL-01 y negativa para la parcela CA-DE-01, principalmente por estar ubicada en el área afectada por derrame de de petróleo.

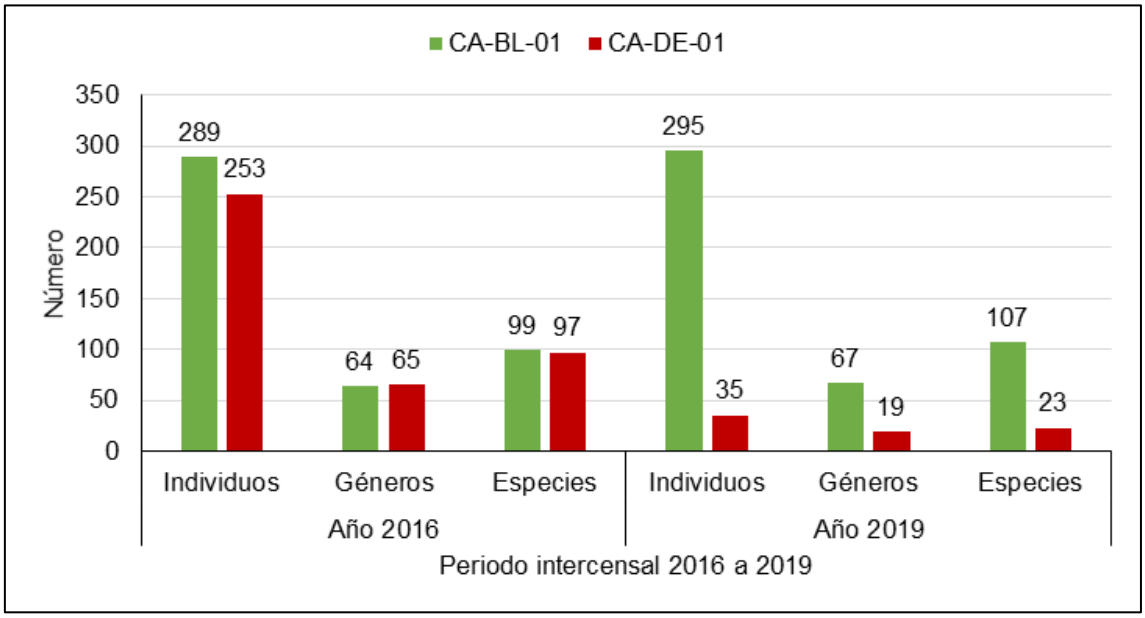


Figura 6.7. Número de individuos, géneros y especies de árboles para los años 2016 y 2019

Para fines representativos se hizo el análisis de composición florística a detalle con los datos actuales (ultima re-medición 2019) de las parcelas evaluadas, es así que, en la parcela CA-BL-01 fueron registrados 295 individuos ≥ 10 cm de diámetro a la altura del pecho (en adelante DAP) donde se identificó un total de 33 familias, 67 géneros y 107 especies, 8 especies más que el 2016. Sin embargo, la parcela CA-DE-01, registró únicamente 35 individuos ≥ 10 cm de DAP que corresponden a 12 familias, 19 géneros y 23 especies, 74 especies menos que el 2016.

6.2.1. Dinámica Poblacional

6.2.1.1. Tasas de mortalidad y reclutamiento

La cantidad de individuos muertos e inclusión de nuevos individuos (reclutamiento) fue diferente en ambas parcelas durante el periodo intercensal (2016 y 2019), es así que, en la parcela ubicada en área no impactada (CA-BL-01) únicamente murieron 13 individuos pertenecientes a 11 especies, mientras que en la parcela impactada (CA-DE-01) murieron 229 individuos pertenecientes a 91 especies, notándose claramente una diferencia evidente, tal como se detalla en la Figura 6.8.

La dinámica de individuos a través del tiempo se ve reflejada en la Tabla 2, donde se halló la tasa de mortalidad, reclutamiento y recambio de individuos para cada parcela evaluada en el periodo intercensal 2016 y 2019.

a) Tasa de mortalidad anual de individuos

Las parcelas presentan valores que evidencian la diferencia entre ellas, es así que, para la parcela CA-BL-01 (blanco) en el cual se reportó 13 individuos muertos el valor de la tasa es de 1,53 %, mientras que, para la parcela CA-DE-01 (impactada) que tuvo 229 individuos muertos, la tasa fue de 78,51 %.

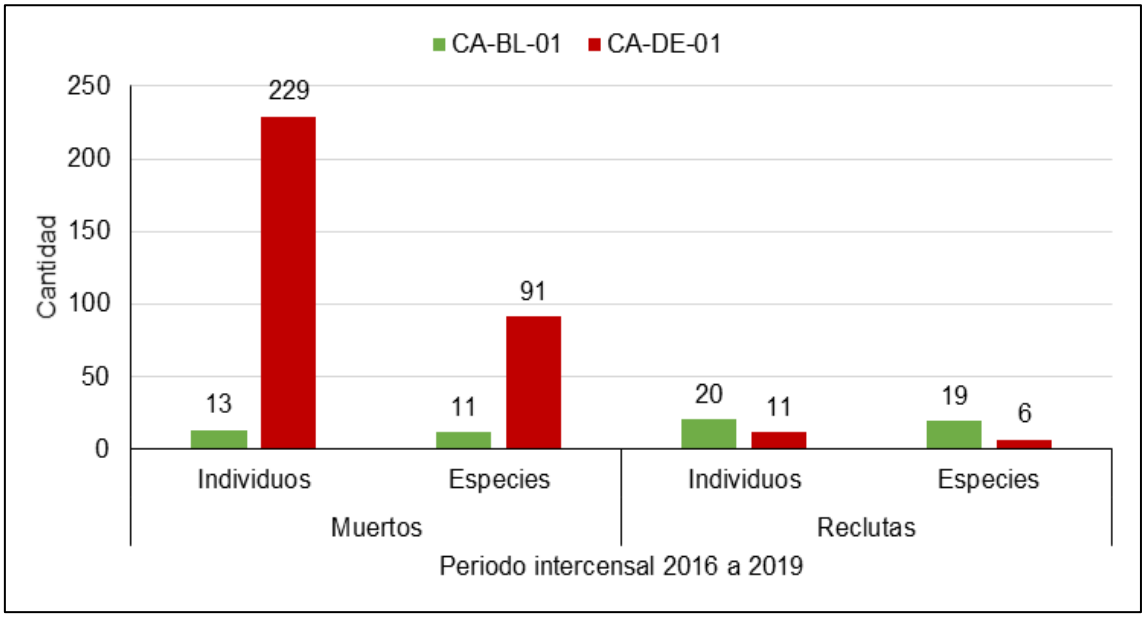


Figura 6.8. Individuos muertos y reclutas en cada parcela evaluada

b) Tasa de reclutamiento anual de individuos

Del mismo modo, la tasa de reclutamiento[17] entre ambas parcelas es notoriamente evidente, siendo 2,33 % para la parcela blanco (no impactada), y 12,58 % para la parcela impactada, valores completamente extraños o anómalos en condiciones naturales en amazonia.

[17] Reclutamiento - «recluta»: Hace referencia a la inclusión de nuevos individuos de árboles ≥ 10 cm de diámetro, dentro de la red de parcelas permanentes de monitoreo.

Tabla 6.8. Dinámica de individuos en las parcelas permanentes del 2016 al 2019: Tasa de mortalidad, Tasa de reclutamiento y Tasa de recambio

Parcela	Individuos				Tiempo de medición (años)	Tasa (%)		
	Inicio (2016)	Final (2019)	Muertos	Reclutas		Mortalidad	Reclutamiento	Recambio
CA-BL-01	289	295	13	20	3	1,53	2,33	1,93
CA-DE-01	253	35	229	11	3	78,51	12,57	45,54

La tasa de recambio de individuos resulta del promedio de la tasa de mortalidad y la tasa de reclutamiento. En ese sentido, los valores de la Tabla 6.8 indican que la parcela CA-DE-01 (parcela en área impactada) fue la que tuvo un proceso acelerado de cambio y perdida de individuos, mostrando una tasa de recambio de 45,54 %, un valor completamente exagerado (anómalo), en cambio el valor de la tasa de recambio de la parcela CA-BL-01 (parcela en área no impactada) fue de 1,93 %, este es un valor que está dentro de los patrones normales en la dinámica de los bosques tropicales amazónicos.

6.2.1.2. Índice de valor de importancia (2016 y 2019)

El índice de valor de importancia (en adelante IVI) revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal, siendo este el mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Por ello, las especies identificadas en cada parcela y año (Anexo 1) han sido analizadas de acuerdo a este índice, tal como se detalla en las Figuras 6.9 y 6.10.

De acuerdo con el IVI calculado se presentan las 20 especies arbóreas más importantes de la parcela CA-BL-01 para los años 2016 y 2019 (Figura 6.9), en ellas se puede observar que las especies ecológicamente más importantes dentro de esta parcela no han sufrido cambios importantes, ya que la dinámica de estas, en condiciones normales (de 99 a 107 especies durante los años 2016 y 2019 respectivamente) se da de forma progresiva durante largo tiempo.

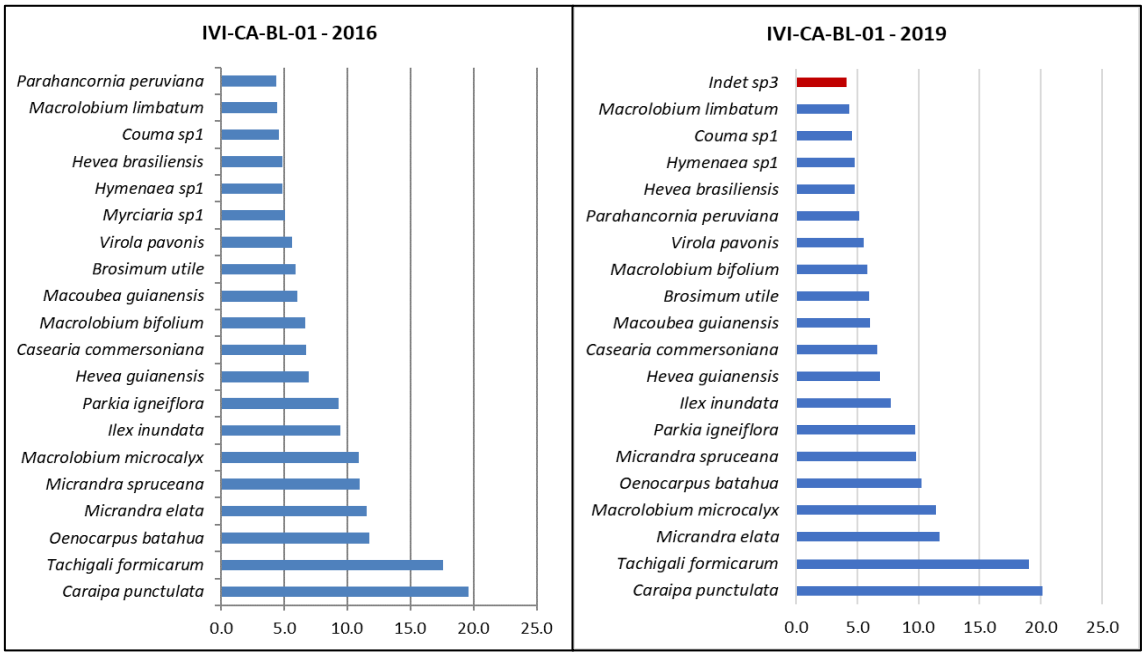


Figura 6.9. Índice de valor de importancia en la parcela CA-BL-01 (blanco) del 2016 y 2019

Sin embargo, la parcela CA-DE-01 (Figura 6.10) ubicada en el área impactada ha sufrido cambios notorios en relación a su composición y estructura, como consecuencia de esto, se dan los cambios en el IVI, ocasionado por la pérdida de individuos y especies de forma drástica (de 97 a 23 especies durante los años 2016 y 2019 respectivamente).

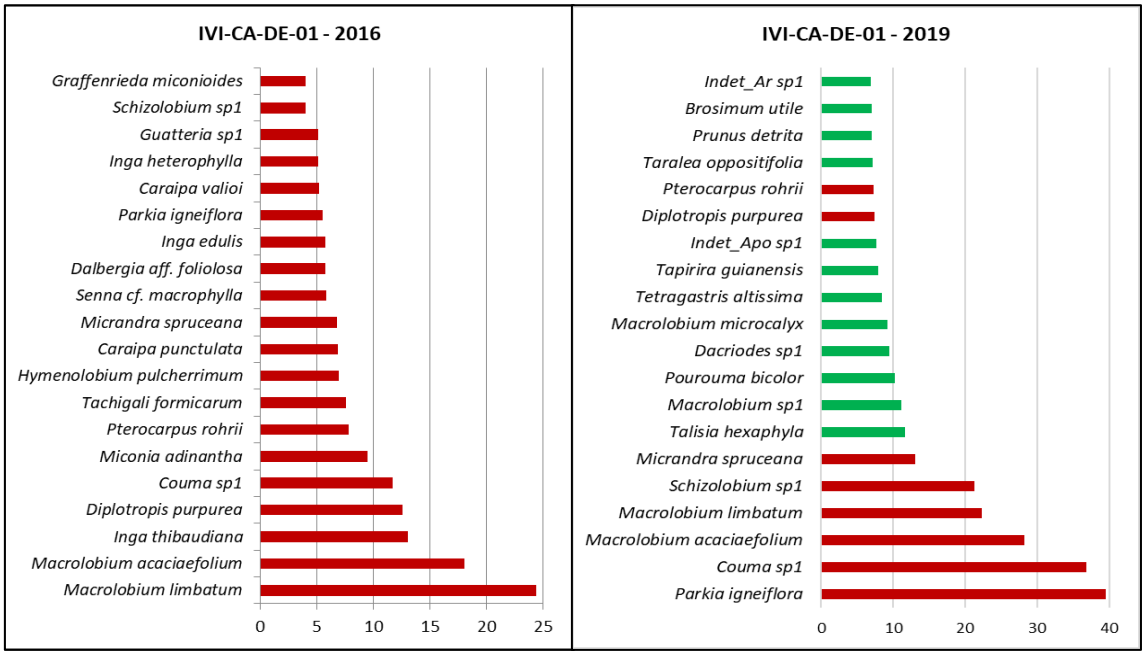


Figura 6.10. Índice de valor de importancia en la parcela CA-BL-01 (impactada) del 2016 y 2019

Una forma de reforzar lo mostrado en las Figuras 6.9 y 6.10, donde se muestra los valores correspondientes al IVI y su variación en el periodo intercensal, es el análisis de la dinámica en cada sub-parcela de las parcelas evaluadas. En ese sentido, la Figura 6.11 vemos que la abundancia registrada en el año 2019 en las sub-parcelas de la parcela CA-BL-01 (blanco) es muy similar en el año 2016, ya que mantienen el mismo número de individuos por sub-parcela, en cambio, en la parcela CA-DE-01 (impactada) ocurre lo contrario, se registra una variación negativa entre las abundancias de las sub-parcelas del área impactada del año 2019 en relación al 2016, debido a la pérdida de especies.

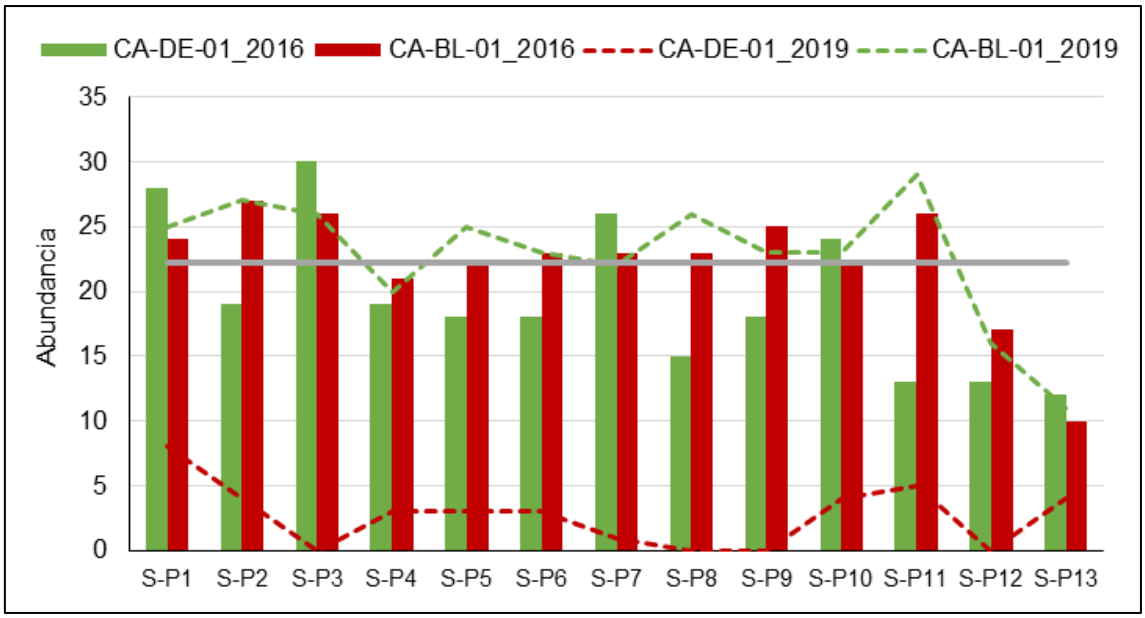


Figura 6.11. Abundancia de especies arbóreas en sub-parcelas blanco y derrame en 2016 y 2019

Sin embargo, como se observa en la Figura 6.11, los datos de abundancia para el 2019 entre ambas parcelas y sub-parcelas, teniendo como referencia lo registrado el 2016, evidencia que la parcela en el área impactada varía en composición, estructura y abundancia (Anexo 2), y como consecuencia de esta variación repercute en los valores del IVI. Es así que, la parcela CA-DE-01, con datos del 2019 registra valores muy inferiores con respecto al 2016, principalmente debido a la perdida de especies dentro cada sub-parcelas. En cambio, ocurre lo contrario en la parcela CA-BL-01, donde los datos del 2016 y 2019 no muestra variaciones notables.

6.2.1.3. Biomasa y captura de carbono

a) Cuantificación de la biomasa arbórea almacenada (AGB)

Adicionalmente a la evaluación de la composición y estructura de la flora arbórea, se estimó la biomasa aérea almacenada en las 2 parcelas evaluadas el 2016, y reevaluadas el 2019, ambas en el bosque primario correspondiente al área de influencia en el KP 206+35 del Ramal Norte en el ONP. En ese sentido, la dinámica de la biomasa a lo largo de los 3 años, se detalla en la Tabla 6.9, donde se muestra la tasa de mortalidad, reclutamiento y recambio de la misma.

Tabla 6.9. Dinámica de la biomasa (AGB) - 2016 al 2019: Tasa de mortalidad, Tasa de reclutamiento y Tasa de recambio

Parcela	Biomasa (AGB: T ha$^{-0,5}$)				Tiempo de medición (años)	Biomasa (AGB: T ha$^{-0,5}$) - Tasa (%)		
	Inicio (2016)	Final (2019)	Muertos	Reclutas		Mortalidad	Reclutamiento	Recambio
CA-BL-01	96,16	104,7	5,91	3.94	3	2,11	1,42	1,77
CA-DE-01	55,9	9,7	50,71	1.69	3	79,22	9,40	44,31

- La tasa de mortalidad de la biomasa aérea almacenada anualmente presenta valores diferentes entre las parcelas, principalmente por el impacto ocasionado en la parcela CA-

DE-01(área impactada) donde los valores de mortalidad llegó a 79,23 %, es decir una pérdida de biomasa por mortalidad de 50,71 T ha$^{-0,5}$.

- Contrario a lo ocurrido en la parcela impactada, la parcela CA-BL-01 (blanco), la tasa de mortalidad registrada fue de 2,11 % (5,91 T ha-0,5) valores normales en la dinámica de la biomasa en amazonia.

- La tasa de reclutamiento de la biomasa aérea almacenada varia de entre 1,42 % y 9,40 % entre las parcelas CA-BL-01 y CA-DE-01 respectivamente, siendo el valor de la parcela CA-DE-01, un valor anormal dentro en la dinámica de bosques amazónicos en estado natural.

- La tasa de recambio o renovación resulta del promedio de la tasa de mortalidad y la tasa de reclutamiento, en ese sentido, los valores de recambio tienen una diferencia marcada entre cada parcela, siendo la parcela CA-DE-01 la que presenta un valor alto 44,31 %, con respecto a la parcela CA-BL-01 que registra únicamente 1,77 %, esto como consecuencia del grado de impacto en el área impactada con derrame de hidrocarburo.

b) Variaciones de la biomasa aérea en el periodo intercensal 2016 – 2019

En cuanto al cálculo de la biomasa y captura de carbono expresado en Tn ha$^{-0,5}$, la parcela CA-BL-01 (blanco) acumula entre 96,16 Tn ha$^{-0,5}$ (2016) y 104,7 (2019) Tn ha$^{-0,5}$. En cambio, la parcela CA-DE-01 (impactada) acumula 55,9 Tn ha$^{-0,5}$ (2016) y 9,7 Tn ha$^{-0,5}$ (2019) por tanto, existe una diferencia evidente entre ambas parcelas durante el periodo censal, siendo la parcela ubicada en área impactada (CA-DE-01) la que más cambio de biomasa registró, y como consecuencia de esto la captura de carbono disminuyó.

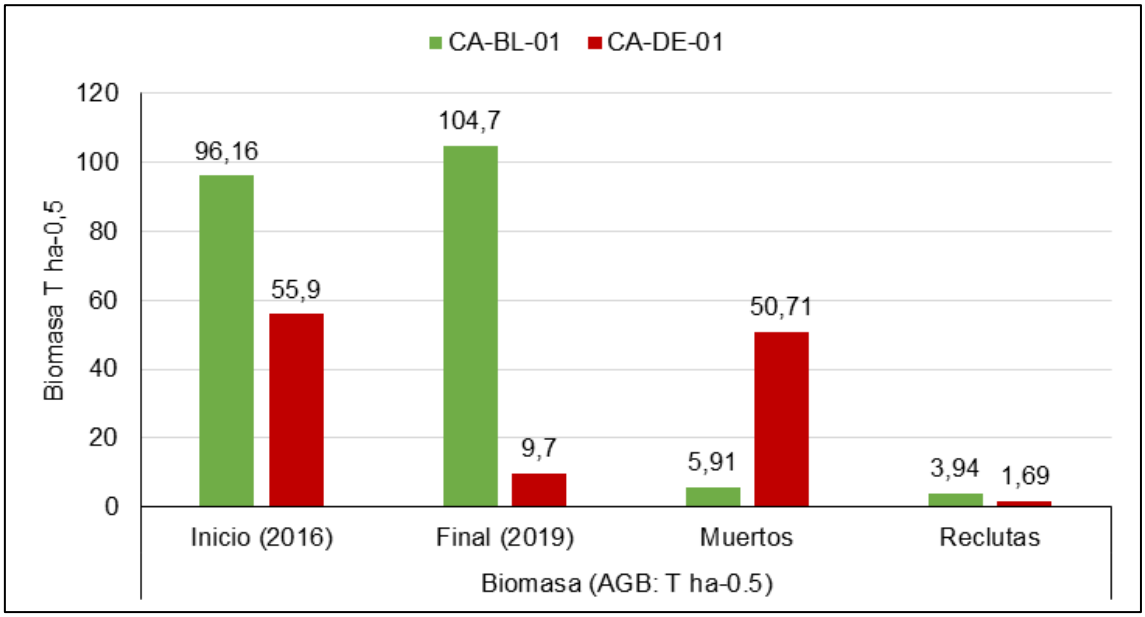


Figura 6.12. Estimación de biomasa (AGB) de parcelas CA-BL-01 y CA-DE-01 en 2016 y 2019

La abundancia y clase diamétrica de los árboles[18]. Sobre todo, para el caso de la parcela en el área impactada (CA-DE-01), parcela que ha sufrido cambios evidentes, principalmente

[18] Una clase diamétrica es un intervalo de diámetros que van a tratarse, por ejemplo, diámetros entre 10 a 15 sería una clase diamétrica, del 15 a 20 otra clase diamétrica, etc.

por la cantidad de árboles sobrevivientes para el 2019, así como a la falta de especies con diámetros mayores a 45 cm (Figura 6.13).

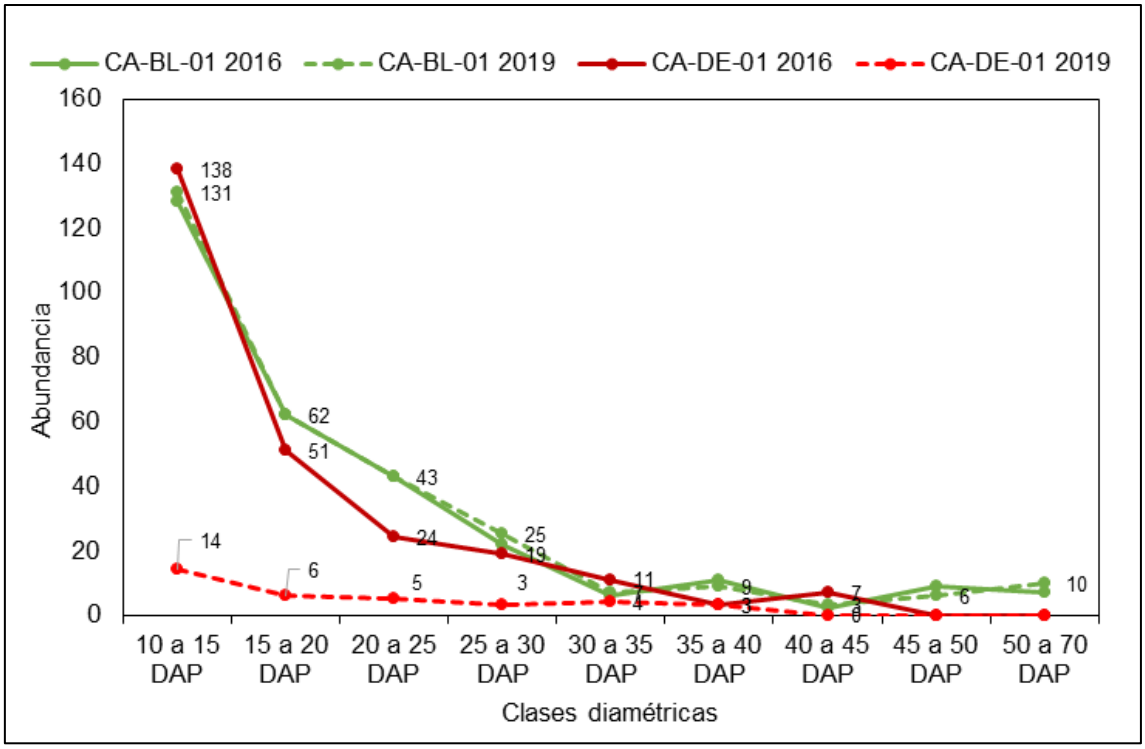


Figura 6.13. Clases diamétricas de árboles en las parcelas CA-BL-01 y CA-DE-01 entre 2016 y 2019

Adicionalmente, la baja abundancia en la parcela CA-DE-01 (impactada) para el 2019 está influenciada directamente por acciones de la empresa encargada de limpiar los suelos contaminados y de facilitar el transporte de equipos necesarios para esta actividad. Igualmente, cabe precisar que conforme al protocolo de la empresa remediadora Lamor Enviromental Solution, todas las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que hayan tenido contacto con el hidrocarburo fueron removidas del lugar para evitar algún tipo de rezagos que muestre presencia de trazas de hidrocarburo quebrada abajo (*Lamor. com. pers*.).

6.2.1.4. Estado actual de la vegetación en el área impactada por derrame con hidrocarburo

El estado del ecosistema después de eventos antropogénicos que causan perturbación y cambios en la dinámica del bosque es un tema difícil e importante de analizar, ya que incluye temas de restauración ecológica o recuperación de áreas degradadas, principalmente por los servicios sociales y ecológicos que estas brindan.

En ese sentido, una estrategia para analizar el estado ambiental en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano entre el 2016 y 2019 después de haber culminado y abandonado las actividades de limpieza fue evaluar el estado de la vegetación. En ese sentido se determinó evaluar la regeneración natural de árboles y arbustos en 2 zonas que abarcan el área de estudio, para ello, se evaluaron en total 7 parcelas cada una de 10 m x 20 m, «zona A, 5 parcelas y en zona B, 2 parcelas».

Las variables analizadas se centraron en la compararon de la abundancia, riqueza, y composición de especies (plántulas, juveniles y adultos de árboles y arbustos), de 3 estratos principales (brinzales, latizales y fustales) con el objeto de determinar si hubo o no la implementación de algún plan de reforestación con alguna especie arbórea en particular, e identificar su capacidad potencial para regenerarse de manera natural.

6.2.1.5. Composición y estructura por «estratos» de las especies arbóreas en las parcelas de regeneración natural

En términos generales, para las 7 parcelas se identificó un total de 1109 individuos mayores o iguales a 1 cm de diámetro y mayores a 1 m de altura, los cuales corresponden taxonómicamente a 59 familias, 150 géneros y 247 especies.

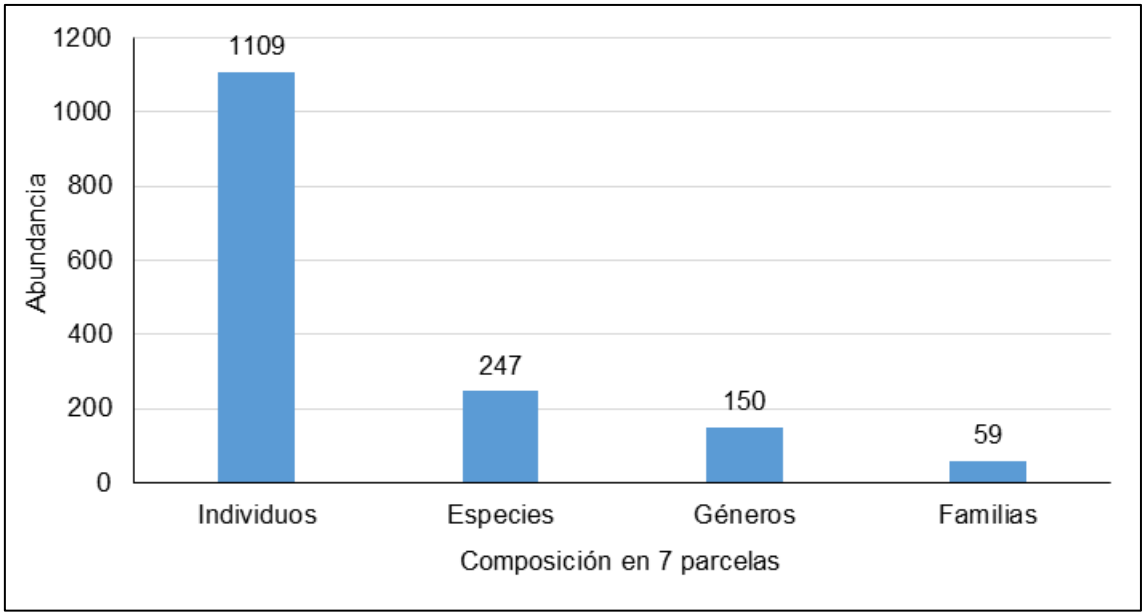


Figura 6.14. Composición de la flora en 7 parcelas para regeneración natural el 2019

En estas parcelas, las especies más abundantes corresponden a las familias: Fabaceae, Melastomataceae, Calophyllaceae, Annonaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Moraceae y Myristicaceae (Anexo 2). En la Figura 6.14 se detalla la riqueza absoluta (número de especies), géneros y familias, además de la abundancia (número de individuos).

a) Zona A (km 0+000 al km 7+100)

En la zona A se evaluaron 5 parcelas, cada parcela distanciadas entre ellas 1000 m aproximadamente (Anexo 1), la Figura 6.15 nos detalla la composición de cada una de las parcelas. También, a que estrato corresponde (brinzal-1, brinzal-2, latizal y fustal), siendo las parcelas CA-DERR-03 y CA-DERR-04 quienes presentan 4 estratos en su composición, asimismo la parcela CA-DERR-02 presenta 3 estratos y en el cual solo considera a un individuo para el estrato latizal, del mismo modo la parcela CA-DERR-02 es la única parcela que solo presenta un estrato (brinzal-1).

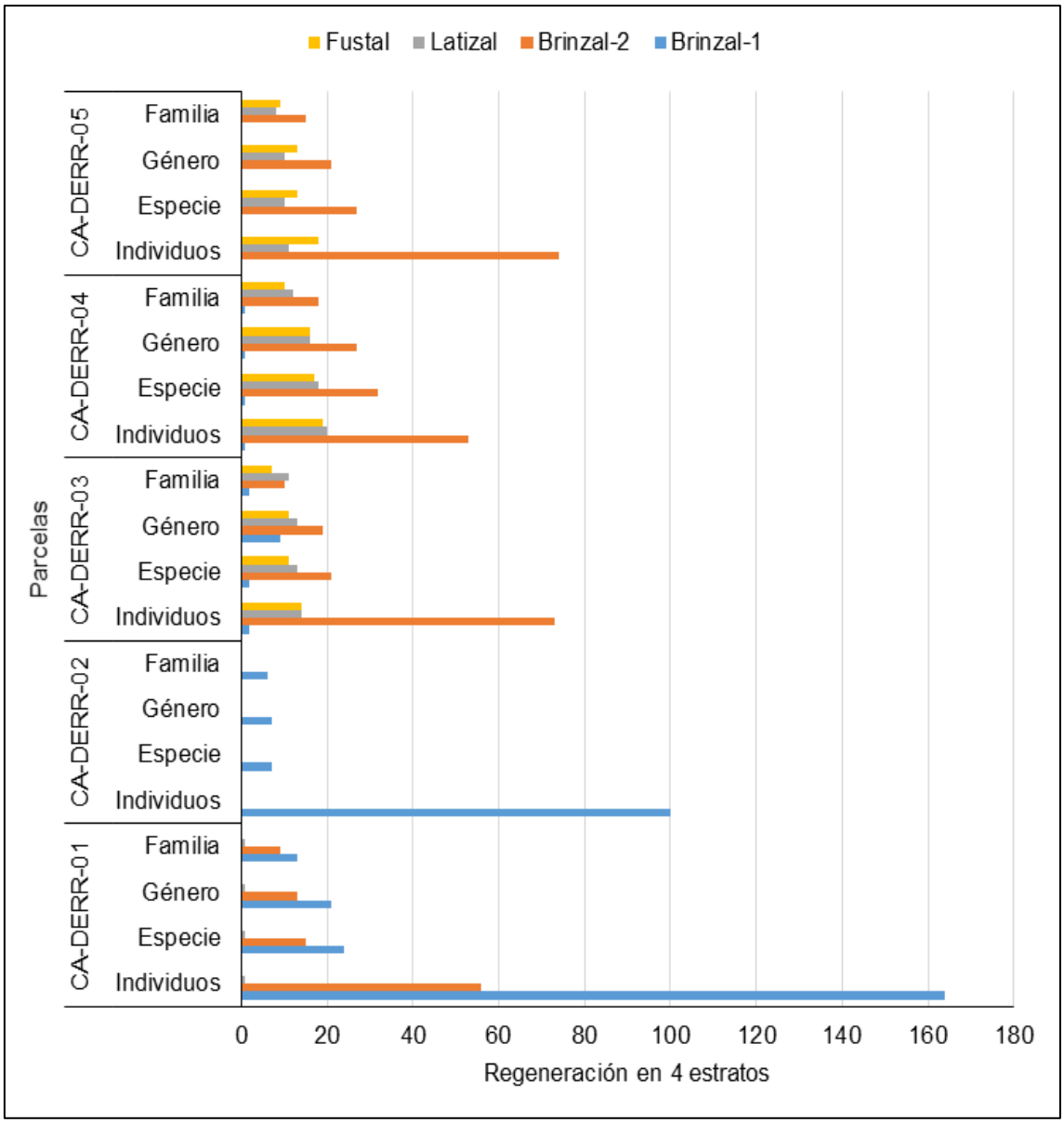


Figura 6.15. Composición y estructura de la flora en 5 parcelas de la zona A - regeneración natural por «estratos» el 2019

- **Parcela CA-DERR-01**

Esta parcela contiene 3 estratos (brinzal-1, brinzal-2 y latizal) como se puede distinguir en la Figura 6.16, siendo el estrato brinzal-1 el más representativo en individuos y especies (164 y 24 respectivamente), donde las especies más representativas fueron *Miconia biglandulosa* y *Miconia barbeyana*, además de *Remijia* aff. *longifolia* y *Ladenbergia* sp1 entre otras menos abundantes. Asimismo, únicamente registra un individuo en estrado latizal que corresponde a *Cecropia latiloba.* Se puede observar en la Figura 6.16 la dispersión de la abundancia en los diferentes estratos.

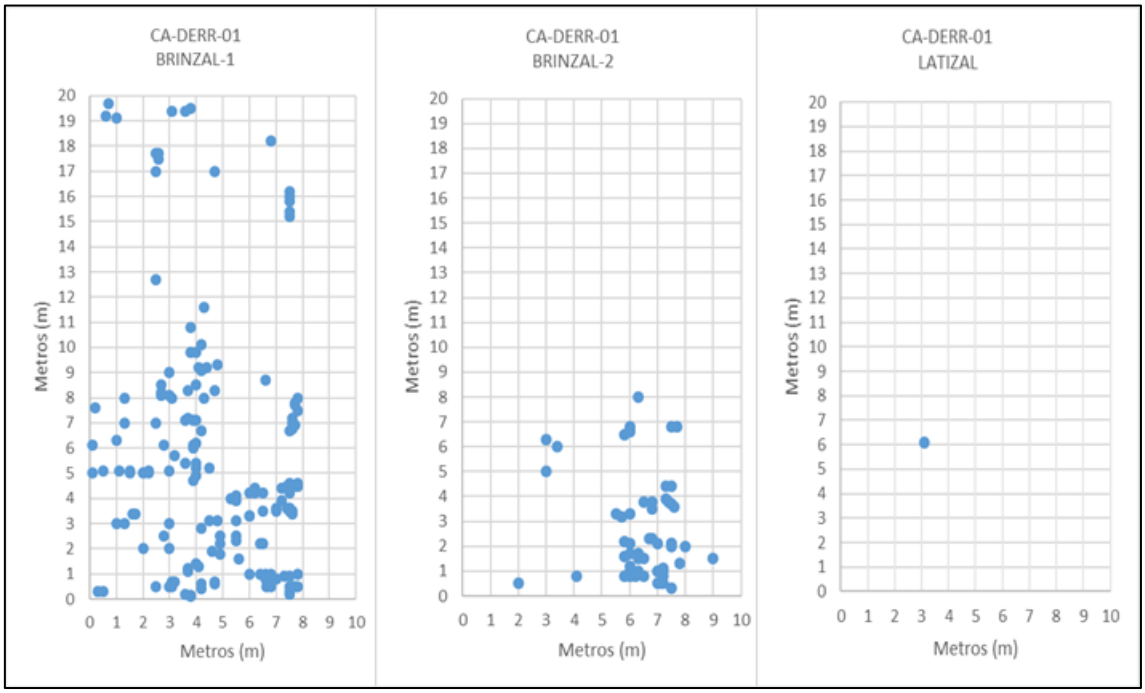


Figura 6.16. Dispersión de los individuos y especies en los 3 estratos – parcela CA-DERR-01

- **Parcela CA-DERR-02**

Esta parcela presentó únicamente el estrato brinzal-1 como se puede ver en la Figura 6.17, donde las especies más abundante en individuos son: *Cyperus* sp1 y *Scirpus* sp1 (61 y 19 respectivamente), también se registra a *Hevea guianenis* y *Swartzia* aff. *racemosa*. Asimismo, es importante recalcar que en esta parcela solo se registró 7 especies. En la Figura 6.17 se puede observar la dispersión de la abundancia en los diferentes estratos.

Otro aspecto importante de esta parcela es, que no se evidencia actividad que indique actividades de reforestación, ya que las 7 especies registradas mantienen una ubicación al azar, es decir corresponde a plántulas que intentan regenerar de forma natural.

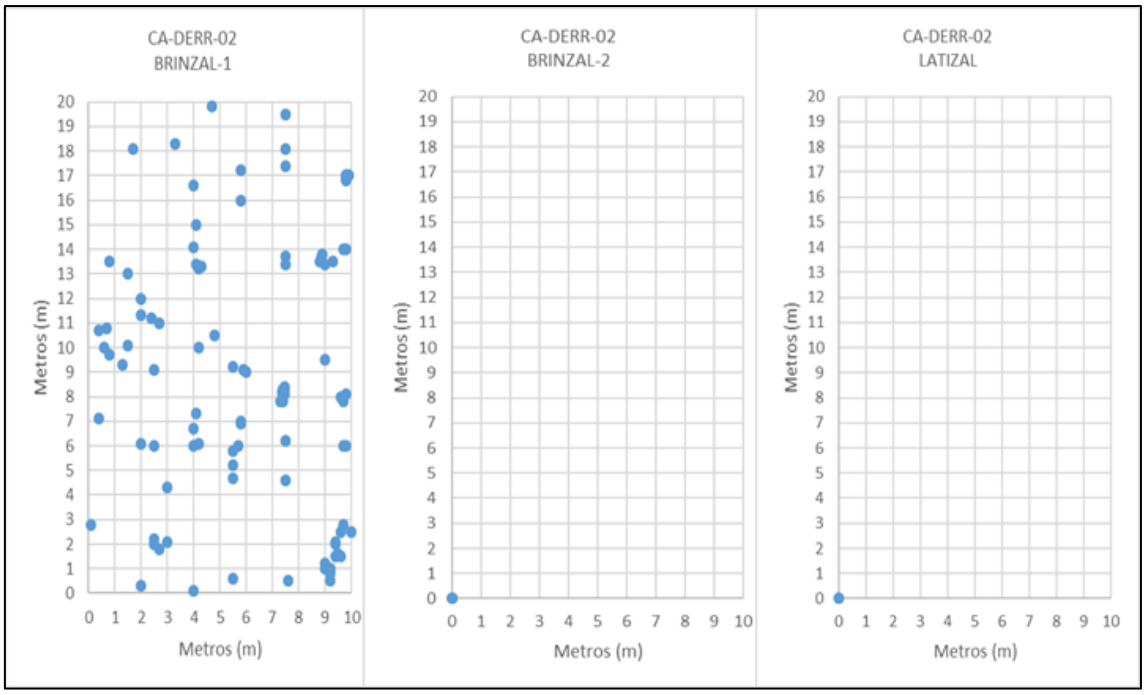


Figura 6.17. Dispersión de los individuos y especies en los 3 estratos – parcela CA-DERR-02

- **Parcela CA-DERR-03**

Esta parcela presentó los 4 estratos (brinzal-1, brinzal-2, latizal y fustal) de regeneración, como se puede distinguir en la Figura 6.18, siendo el estrato brinzal-2 el más abundante en individuos y especies (73 y 21 respectivamente), donde las especies más representativas fueron *Vismia* aff. *amazonica* y *Aparisthmium cordatum*, además de *Remijia* aff. *longifolia* y *Miconia* sp2 entre otras. Asimismo, se evidencia individuos de importancia forestal para los estratos latizal y fustal, entre ellos a *Hevea guianensis, Micrandra elata, Macrolobium bifolium y Swertzia racemosa*, (Figura 6.18: dispersión de los individuos en los estratos).

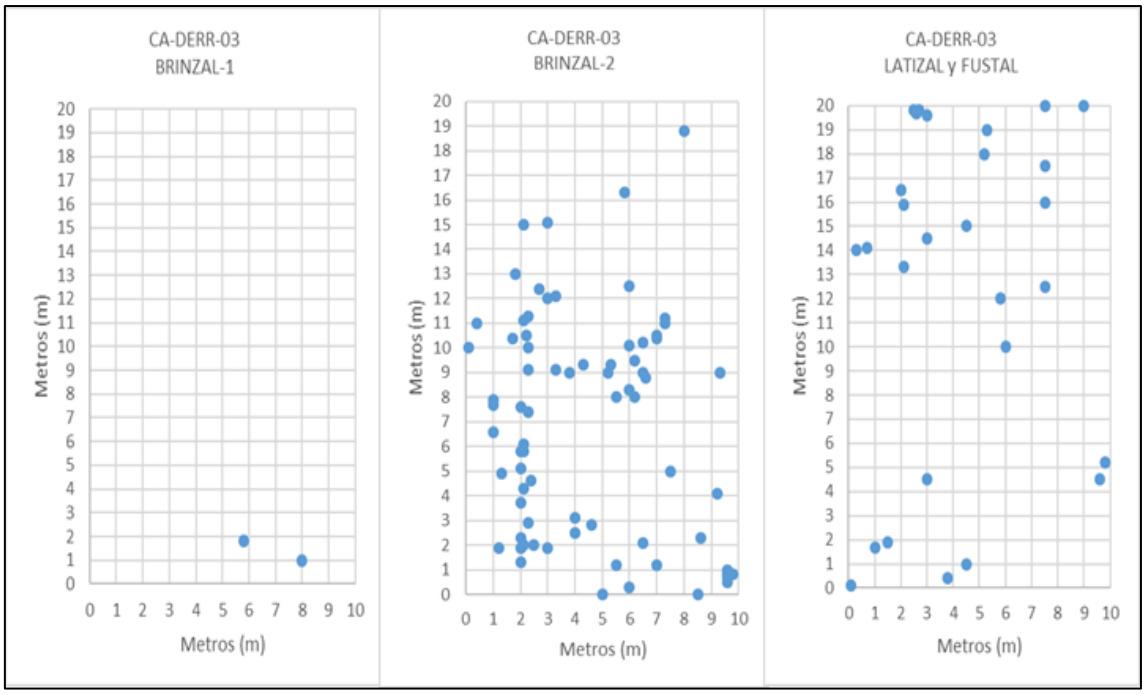


Figura 6.18. Dispersión de los individuos y especies en los 4 estratos – parcela CA-DERR-03

- **Parcela CA-DERR-04**

La parcela CA-DERR-04 presentó los 4 estratos (brinzal-1, brinzal-2, latizal y fustal) como se puede observar en la Figura 7, siendo el estrato brinzal-2 el más abundante en individuos y especies (53 y 32 respectivamente), donde las especies más representativas fueron *Vismia* aff. *amazonica* y *Tachigali* aff. *paniculata*, además de *Geonoma* sp1 y *Miconia* sp2 entre otras menos abundantes. Asimismo, registra individuos de importancia forestal en el estrado latizal y fustal, entre ellos a *Lacmellea lactescens, Hevea guianenis, Macrolobium bifolium y Pseudolmedia laevigata.* En la Figura 6.19 se puede ver la dispersión en los diferentes estratos.

Sin embargo, es importante mencionar la poca abundancia de individuos y especies en el estrato brinzal-1, lo que hace referencia a que el estrato herbáceo aún no tiene una densidad importante en esta zona. Asimismo, la presencia de especies arbóreas muertas y de gran diámetro estaría indicando el efecto de los impactos ocasionados por el hidrocarburo, o por la actividad de limpieza mediante el uso de protocolos agresivos no amigables con el ecosistema.

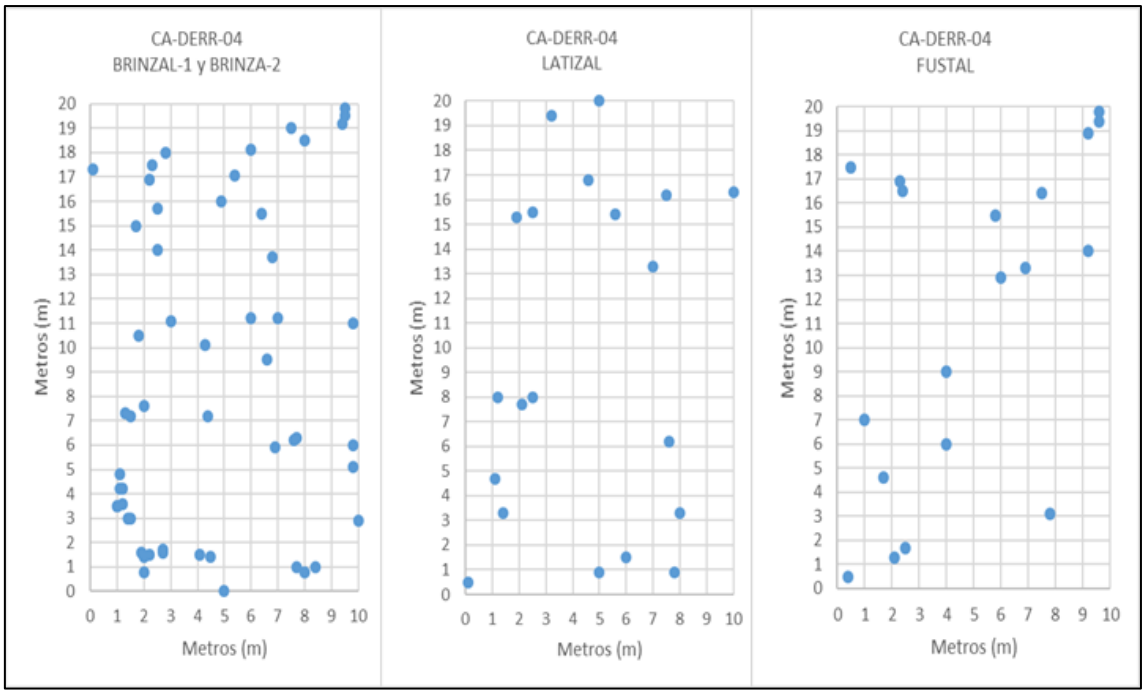


Figura 6.19. Dispersión de los individuos y especies en los 4 estratos – parcela CA-DERR-04

- **Parcela CA-DERR-05**

Esta parcela presenta solo 3 estratos (brinzal-2, latizal y fustal) como se puede ver en la Figura 6.20, siendo el estrato brinzal-2 el más abundante en individuos y especies (74 y 27 respectivamente), donde las especies más representativas fueron *Vismia* aff. *amazonica* y *Mayna* aff. *odorata*, además de *Miconia* sp3 y *Miconia* sp2 entre otras menos abundantes. Asimismo, registra a individuos de importancia forestal en el estrado latizal y fustal, entre ellos a *Brosimum rubscescens, Ficus* sp1*, Oenocarpus bataua, Wettinia* sp1 *y Geonoma* sp1.

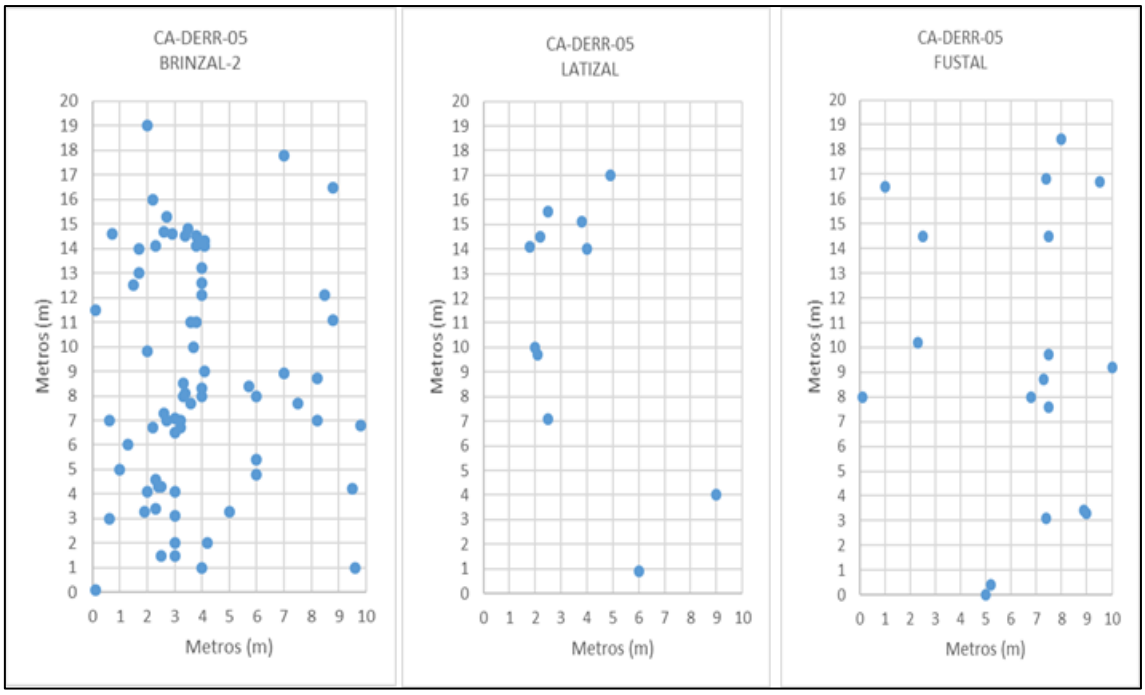


Figura 6.20. Dispersión de los individuos y especies en 3 estratos – parcela CA-DERR-05

b) Zona B (km 7+100 al km 12+100)

En la zona B se evaluaron 2 parcelas, cada una distanciadas entre ellas 1000 m aproximadamente, la Figura 6.21 nos detalla la composición de cada parcela. Asimismo, al estrato al que corresponde (brinzal-1, brinzal-2, latizal y fustal), siendo la parcela CA-DERR-07 la que contiene 4 estratos en su composición. Asimismo, la parcela CA-DERR-06 solo contiene 3 estratos (sin el estrato brinzal-1).

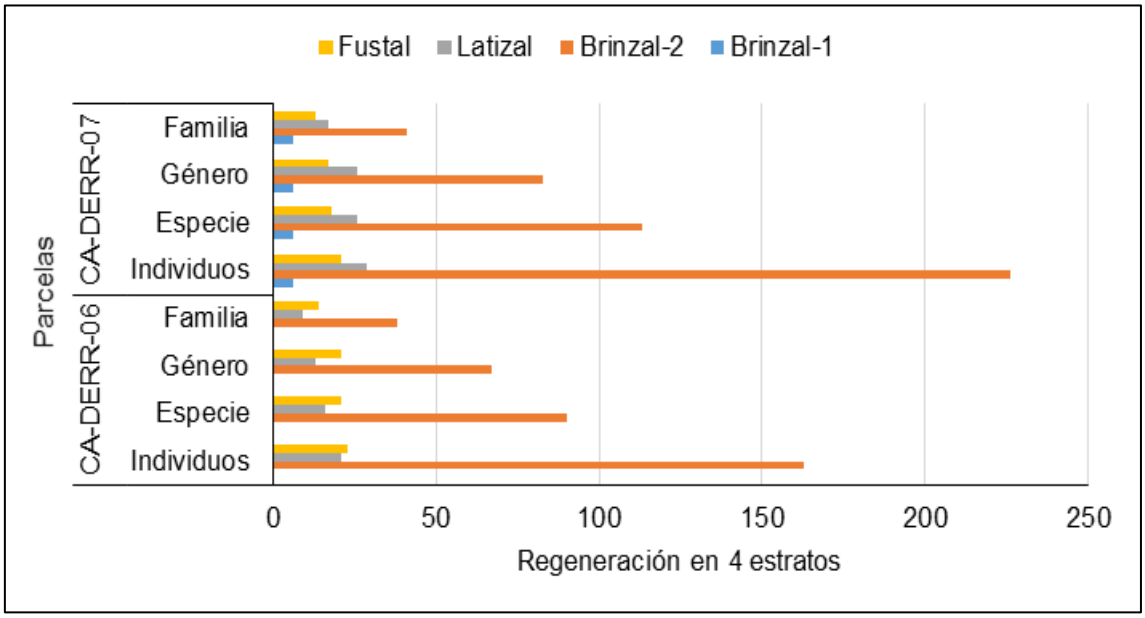


Figura 6.21. Composición de la flora en 2 parcelas de la zona B - regeneración natural el 2019

- **Parcela CA-DERR-06**

Esta parcela presenta 3 estratos (brinzal-2, latizal y fustal) como se puede ver en la Figura 6.22, siendo el estrato brinzal-2 el más abundante en individuos y especies, especies que pertenecen a la familia Melastomataceae, Myristicaceae y Rubiaceae (15, 13 y 14 respectivamente), además de las familias Fabaceae, Lauraceae y Arecaceae, donde las especies más representativas fueron Miconia sp2, *Aiouea guianensis* y *Tachigali* aff. *setifera*, además de Oenocarpus bataua y Wettinia sp1 entre otras menos abundantes. Asimismo, registra a individuos de importancia forestal en el estrado latizal y fustal, entre ellos a *Protium neglectum, Calophyllum brasiliense*, *Micrandra elata*, *Pterocarpus rohrii* y *Minquartia guianensis*.

Sin embargo, es importante mencionar la falta de individuos y especies en el estrato brinzal-1, lo que hace referencia a que este estrato no está siguiendo el ciclo de la regeneración. Asimismo, la presencia de especies arbóreas muertas (6 individuos) y de gran diámetro estaría indicando el efecto de los impactos ocasionados por el hidrocarburo, o por la actividad de limpieza mediante el uso de protocolos agresivos no amigables con el ecosistema.

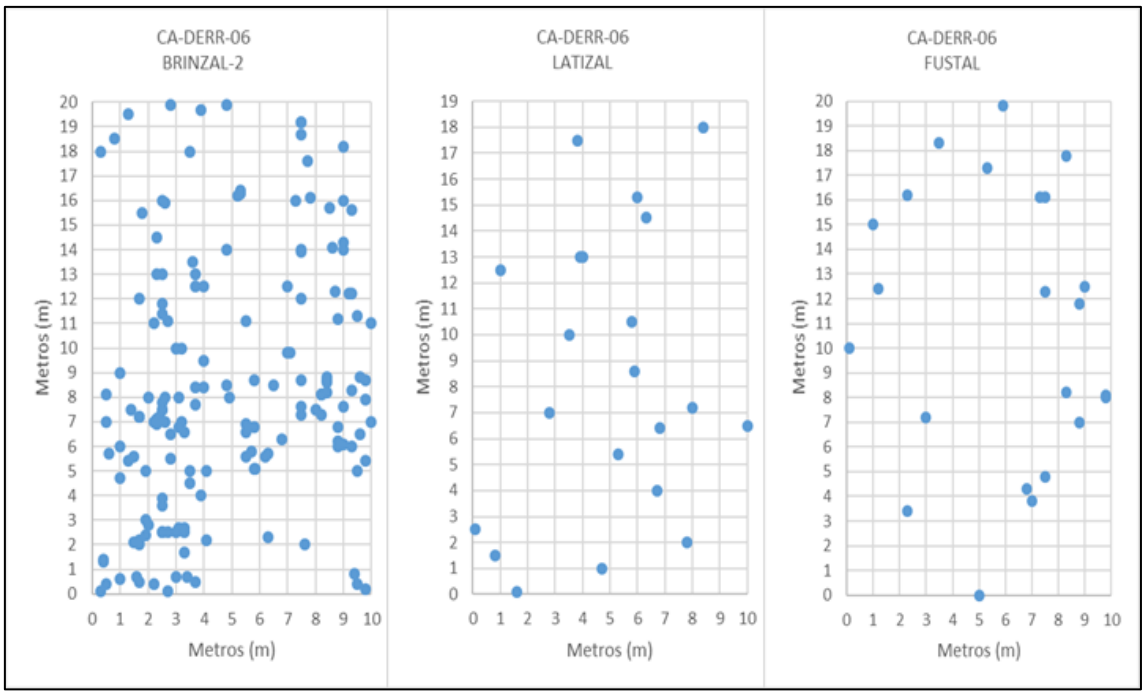


Figura 6.22. Dispersión de los individuos y especies en 3 estratos – parcela CA-DERR-06

- **Parcela CA-DERR-07**

Esta es una de las parcelas que presentó los 4 estratos (brinzal-1, brinzal-2, latizal y fustal) es CA-DERR-07 como se puede evidenciar en la Figura 6.23, siendo el estrato brinzal-2 el más abundante en individuos y especies (226 y 113 respectivamente), seguida de los estratos latizal y fustal con 29 y 21 individuos (Figura 6.23), donde las especies más

representativas fueron las que pertenecen a las familias Fabaceae, Euphorbiaceae, Annonaceae, Melastomataceae y Myristicaceae, entre otras menos abundantes.

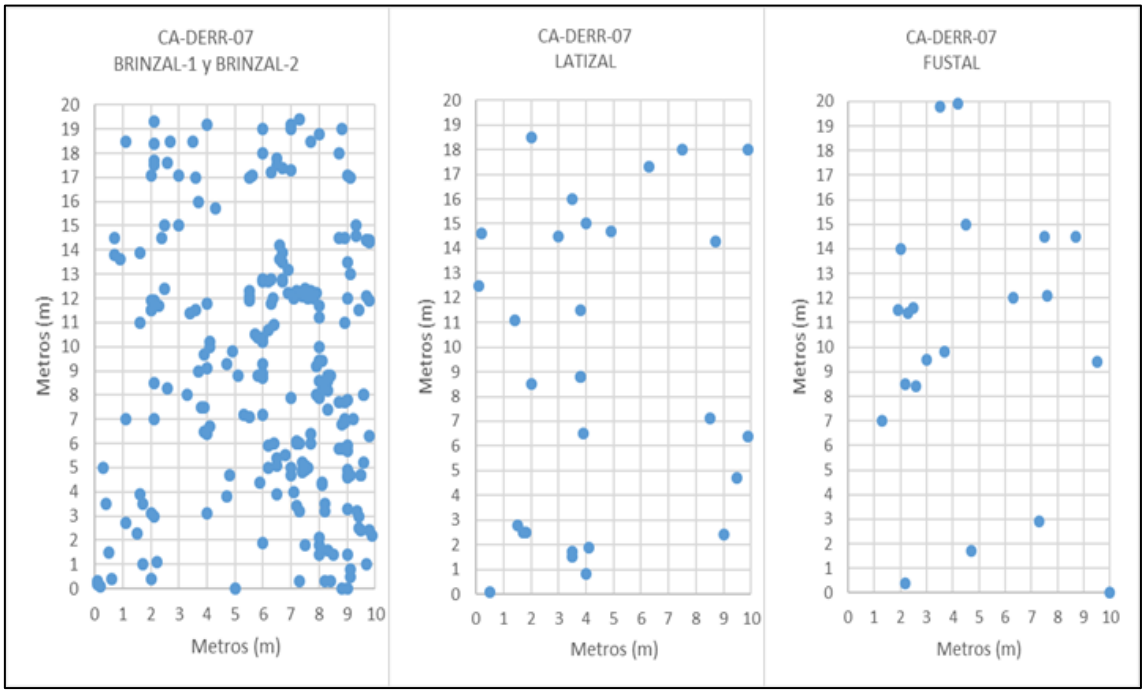


Figura 6.23. Dispersión de los individuos y especies en los 4 estratos – parcela CA-DERR-07

Asimismo, registra a individuos de importancia forestal en el estrado latizal y fustal, entre ellos a *Tetragastris panamensis, Caraipa punctuculata, Caryocar glabrum, Macrolobium bifolium y Pseudolmedia laevigata.* la dispersión de estas se puede observar en la Figura 15 en los diferentes estratos. Es importante recalcar la presencia de especies arbóreas muertas (5 individuos) de buen diámetro, lo que estaría indicando el efecto de los impactos ocasionados por el hidrocarburo, o por la actividad de limpieza de los mismos.

6.2.2. Otros impactos

Como impactos colaterales al ocasionado por el derrame de petróleo en el área impactada «quebrada Sin Nombre y quebrada Cashacaño», ocurrido a partir del km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano el 2016 se evidenció actividades de remediación del área que pueden aportar a la alteración directa o indirecta del ambiente desde el 2016 hasta el 2019, entre ellas:

- **Corta y tala de especies arbóreas de gran diámetro** para construcción de estructuras que servían para facilitar el acceso de equipos y máquinas para limpiar las zonas afectadas, además útiles para construcción de viviendas para todo el personal.

Es así que, se tiene el registro puntual de una especie de árbol *Calophyllum brasiliense* (Calophyllaceae), más conocido como lagarto caspi (nombre común), especie que formaba parte de la parcela permanente CA-BL-01 (blanco) y que tenía por objeto monitorear la dinámica de estos bosques, los caracteres de el árbol en mención se detallan en la Tabla 6.10.

Tabla 6.10. Especies cortadas dentro de la parcela CA-BL-01 para uso de otras actividades

Parcela	Placa	Colección	Familia	Especie	N. Común	Observaciones
CA-BL-01	77	VCH-9979	Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense*	Lagarto caspi	Cortado
CA-BL-01	84	-	Arecaceae	*Oenocarpus bataua*	Ungurahui	Roto por 77
CA-BL-01	92	-	Fabaceae	*Macrolobium bifolium*	Pata de vaca	Roto por 77

Como consecuencia de la corta y tala de esta especie *Calophyllum brasiliense*, se ha desencadenado un evento de muerte múltiple, es decir, a consecuencia de este evento murieron otras especies arbóreas de la misma parcela «quebradas», entre ellas *Oenocarpus bataua* «Ungurahui» y *Macrolobium bifolium* «pata de vaca» (Figura 6.24), lo mismo ocurre con todos los miles de especies que fueron cortadas y taladas para diferentes fines.



Figura 6.24. Evidencia de corte de árboles para diferentes actividades – parcela CA-BL-01

- **Apertura de accesos «trochas carrózales».** Se pudo evidenciar la apertura de accesos para transporte de equipos, materiales, desechos, entre otros. Los cuales tienen una dimensión de 6 m a 8 m de ancho y un largo (distancia) indeterminada (aproximadamente entre 5,5 km y 6 km), sin embargo, se tiene coordenadas de inicio y final las cuales se muestran en la Tabla 6.11 y Figura 6.25.

Tabla 6.11. Coordenadas de inicio y final de acceso para maquinaria pesada

Coordenadas	Este (m)	Norte (m)	Zona	Observaciones
Inicio	238668	9526302	18 M	Cerca de Oleoducto Ramal Norte
Final	241700	9527545	18 M	Área de triturado en Estación 4

También se pudo evidenciar que dicho acceso no cuenta con actividades de cierre, recuperación y reforestación posterior a las actividades de limpieza, y abandono del área.



Figura 6.25. Evidencia de apertura de accesos sin actividades de cierre y sin reforestar

6.2.3. Especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio

Las especies identificadas en la evaluación de flora 2016 y 2019 en las parcelas de estudio, y que se encuentran en alguna categoría de protección se detallan en la Tabla 6.12.

Tabla 6.12. Especies de flora registradas en ambas parcelas durante el periodo censal 2016 – 2019 que están protegidas por el Estado Peruano o categorizados por la IUCN y CITES

Especies	Legislación Nacional (DS 043-2006 AG)	CITES (2017)	IUCN (2019)	Libro Rojo*
Prunus detrita	-	-		NT, B1a
Licania intrapetiolaris	-			DD
Inga marginata	-		LC	-
Macrolobium limbatum	-		LC	-
Cedrela odorata	VU	VU - Apéndice III	VU-A1cd+2cd	-
Pouteria cayennensis	-	-	LR/LC	-
Parahancornia peruviana	VU	-	-	VU-NR
Ceiba pentandra	NT	-	-	-
Pachira brevipes	VU	-	-	-
Clarisia racemosa	NT	-	-	-
Manilkara bidentata	VU	-	-	-

---: especie no registrada en esta categoría
VU: Vulnerable; NT: Casi amenazado; DD: Datos insuficientes, III: Apéndice III del CITES, LR: Riesgo menor, LC: Preocupación menor.

En la evaluación de las 2 parcelas se registró un total de 11 especies que están al menos en alguna categoría de amenaza, ya sea nacional o internacional. Estos resultados muestran la importancia de no alterar estos ecosistemas, ya que dentro de ellos guardan especies de importancia forestal, alimenticia, económica y ecológica, especies que forman parte del equilibrio que existe entre ellas y su medio que lo rodea. Además, es importante indicar que en la presente evaluación se registró 44 especies dentro de la categoría de preocupación menor que, aunque pertenezcan a esta categoría, la importancia de su registro se debe a que son especies poco conocidas que de no tener el cuidado adecuado podrían disminuir su población y ser consideras en otras categorías de mayor cuidado.

6.3. Fauna Silvestre

6.3.1. Anfibios y reptiles

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de anfibios y reptiles, realizada con las metodologías explicadas anteriormente.

6.3.1.1. Composición y abundancia

Como resultado de la evaluación herpetológica realizada en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP, se registraron 29 especies de anfibios distribuidos en 2 ordenes, 8 familias y 14 géneros; asimismo, 10 especies de reptiles distribuidos en 2 ordenes, 9 familias y 10 géneros; las cuales se describen en la Tabla 6.13. Asimismo, de las 29 especies de anfibios y reptiles registrados, 27 fueron registradas mediante observaciones directas, 11 por registros oportunos y 1 especie mediante registro auditivo.

Tabla 6.13. Riqueza de anfibios y reptiles registrados durante las evaluaciones realizadas en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

Clase	Orden	Familia	Especies	Nombre común	Nombre local	Tipo de registro*
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	*Adenomera* cf. *andreae*	Rana terrestre de André	Mukun	V
			Lithodytes lineatus	Rana terrestre rayada	Mukun	V, RO
			Leptodactylus petersii	Rana termitera de Peters	Takarsa	V
		Craugastoridae	*Pristimantis* cf. *carvalhoi*	Cutín de Carvalho	Mukun	V, RO
			Pristimantis luscombei	Cutín de Loreto	Mukun	V
			Pristimantis cf. *delius*	Cutín café rayado	Mukun	V
			Noblella myrmecoides	Rana sureña de Loreto	Mukun	V
			Oreobates quixensis	Sapito bocón amazónico	Mukun	V
		Bufonidae	*Rhinella* gr. *margaritifera*	Sapo común sudamericano	Mukun	V, RO
			Rhinella marina	Sapo de la caña	Mukun	V, RO
		Hylidae	*Osteocephalus planiceps*	Rana de casco arbórea	Suakarep	V, RO
			Osteocephalus deridens	Rana de casco burlona	Suakarep	V
			Osteocephalus sp.	-	Suakarep	V, A
		Dendrobatidae	*Allobates* sp.	-	Mukun	V, RO
			Ranitomeya variabilis	Sapito venenoso de líneas amarillas	Mukun	V
		Microhylidae	*Chiasmocleis tridactyla*	Rana de hojarasca de Perú	Mukun	V
			Chiasmocleis antenori	Rana de hojarasca de Ecuador	Mukun	V

Clase	Orden	Familia	Especies	Nombre común	Nombre local	Tipo de registro*
		Centrolenidae	*Vitreorana ritae*	Rana de cristal de puntos negros	Ceña	V
	Caudata	Plethodontidae	*Bolitoglossa* sp.	Salamandra	Takarsa	V
Reptilia	Squamata	Gymnophthalmidae	*Alopoglosus angulatus*	Lagartija del norte	Shampi	V
			Arthrosaura reticulata	Lagartijas de vientre amarillo	Shampi	V
		Scincidae	*Copeoglossum nigropunctatum*	Lisa común	Shampi	RO
		Teiidae	*Kentropyx pelviceps*	Lagartijas del bosque	Shampi	V, RO
		Dactyloidae	*Anolis fuscoauratus*	Anolis esbelto	Zumpa	V, RO
		Dipsadidae	*Oxyrhopus melanogenys*	Falsa coral de Tschudi	Titinkia	V
		Colubridae	*Phrynonax poecilonotus*	Culebra resoplona	Mayas	V
		Elapidae	*Micrurus annellatus*	Coral anillada	Titinkia	V
		Boidae	*Boa constrictor*	Mantona	-	RO
	Crocodylia	Alligatoridae	*Paleosuchus trigonatus*	Caiman de frente lisa	Yantana	V, RO

*V: Visual, A: Auditivo, RO: Registro Oportuno.

La abundancia de anfibios y reptiles registrada mediante las metodologías establecidas indican la presencia de 124 individuos, siendo los anfibios, los representantes con mayor abundancia (114 registros), los cuales pertenecieron a las familias Craugastoridae e Hylidae con 54 y 24 registros respectivamente. Las especies *Pristimantis cf. carvalhoi* «Cutín de Carvalho» y *Pristimantis luscombei* «Cutín de Loreto» fueron los anfibios más abundantes en toda el área de evaluación, con una abundancia relativa del 22,81 % y 20,18 % respectivamente. Cabe señalar que las abundancias presentadas no incluyen los registros oportunos, ya que estas observaciones solo deben ser incluidas para las evaluaciones cualitativas (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). En la Figura 6.26 se detallan las abundancias relativas de las especies de anfibios registradas durante las evaluaciones.

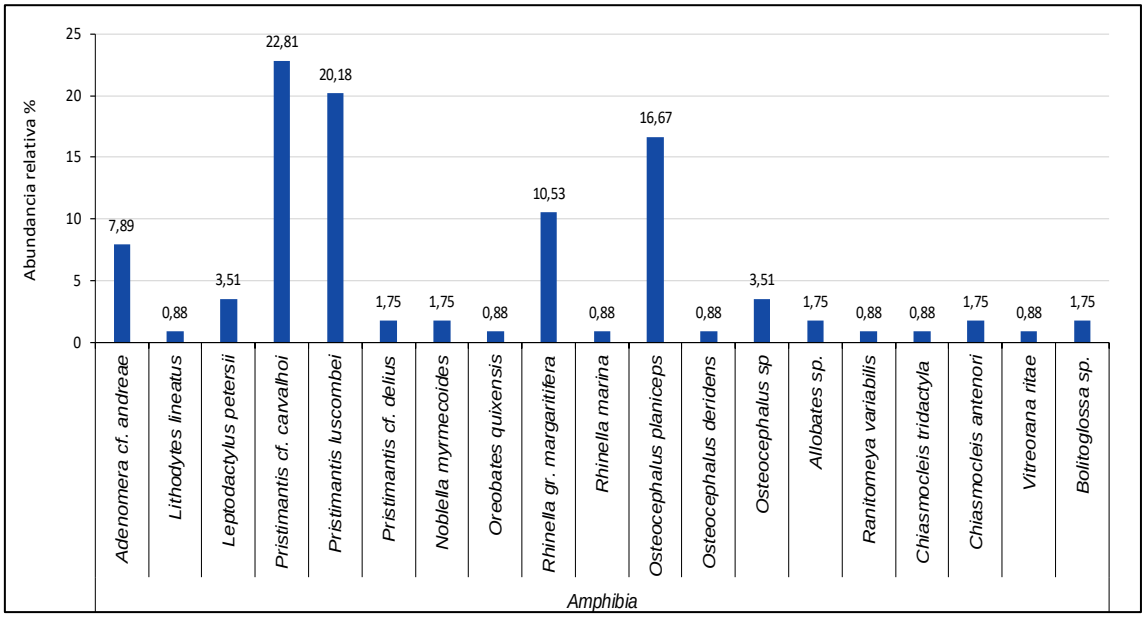


Figura 6.26. Abundancia relativa de las especies de anfibios registrados en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

Respecto a los reptiles, la familia Teiidae predominó respecto al resto, con una abundancia de 3 individuos; siendo la lagartija *Kentropix pelviceps* «Lagartija del bosque» como la especie de mayor abundancia relativa con el 30 % (Figura 6.27).

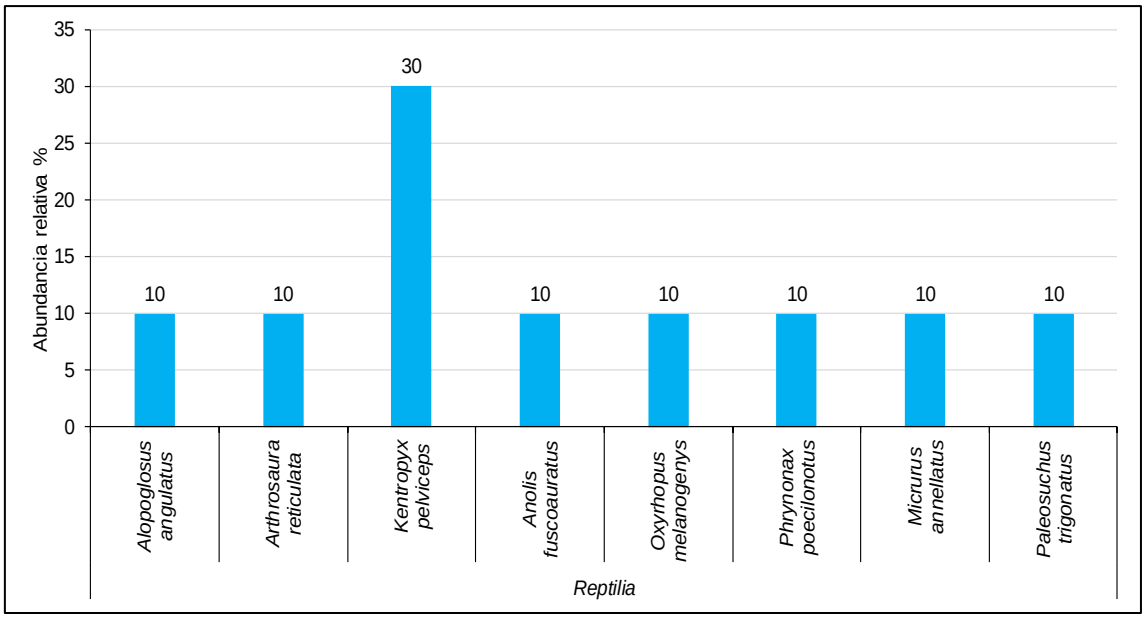


Figura 6.27 Abundancia relativa de las especies de reptiles registrados en el área afectada por el derrame ocurrido en el Km 206+035 del Ramal Norte del ONP

6.3.1.2. Curva de acumulación de especies

Los resultados obtenidos de la curva de acumulación de especies mediante la aplicación de la ecuación de Clench muestra que los datos se ajustan bien al modelo (R^2=0,9951), teniendo un número de especies esperado de 44 (a/b). No obstante, la Figura 6.28 muestra que mediante el esfuerzo realizado no se llegó a la asíntota esperada, siendo 29 las especies observadas, las cuales representan el 66,30 % de los anfibios y reptiles presentes en el área de evaluación. Cabe mencionar, que la evaluación estuvo enfocada en los cuerpos de agua (quebrada Sin Nombre) afectados por el derrame de crudo a lo largo de su recorrido y quebradas afluentes a esta; por lo cual, el registro de los anfibios y reptiles estuvo restringido a las zonas evaluadas, reduciendo de este modo el registro de toda la herpetofauna presente.

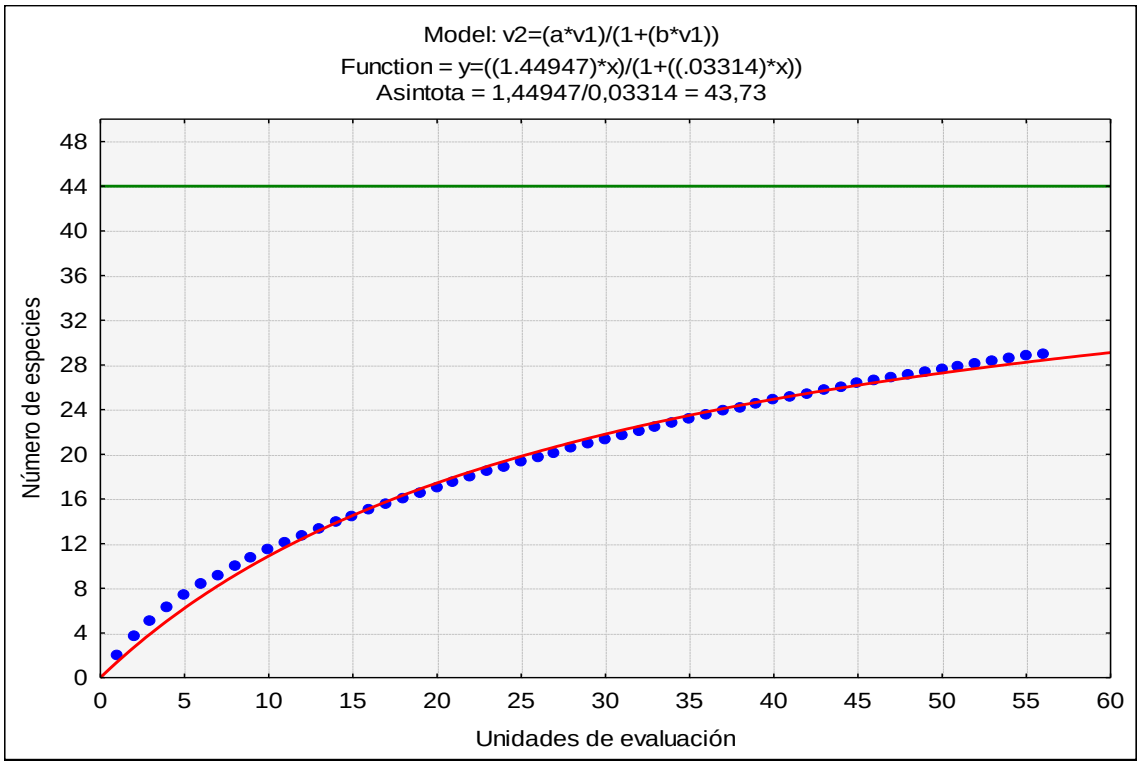


Figura 6.28. Curva de acumulación de especies de anfibios y reptiles en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

6.3.1.3. Descripción de la herpetofauna por zonas de evaluación

En esta sección se detallan los resultados de la riqueza y abundancia de las especies de anfibios y reptiles registrados en las diferentes zonas evaluadas en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP.

a) Riqueza y abundancia de anfibios y reptiles por área de evaluación

La evaluación de anfibios y reptiles se realizó solo en la zona A, la cual comprende desde el km 0 del derrame hasta el km 7+100, en esta zona se determinaron 2 áreas con la finalidad de evaluar la afectación del derrame de petróleo sobre las especies de anfibios y reptiles presentes, de este modo se dispuso distribuir las unidades de evaluación a lo largo de la quebrada Sin Nombre (área impactada) y quebradas afluentes a esta, que no fueron afectadas por el derrame (denominada área blanco).

Respecto a la riqueza de especies, los datos muestran resultados similares en cuanto a la composición de anfibios presentes en las áreas impactada y blanco (14 y 13 especies respectivamente); por el contrario, se registró una mayor riqueza de reptiles en el área blanco (8 especies) que en el área impactada (4 especies). En la Figura 6.29 se detallan los valores de riqueza de especies de anfibios y reptiles registrados por zonas de evaluación.

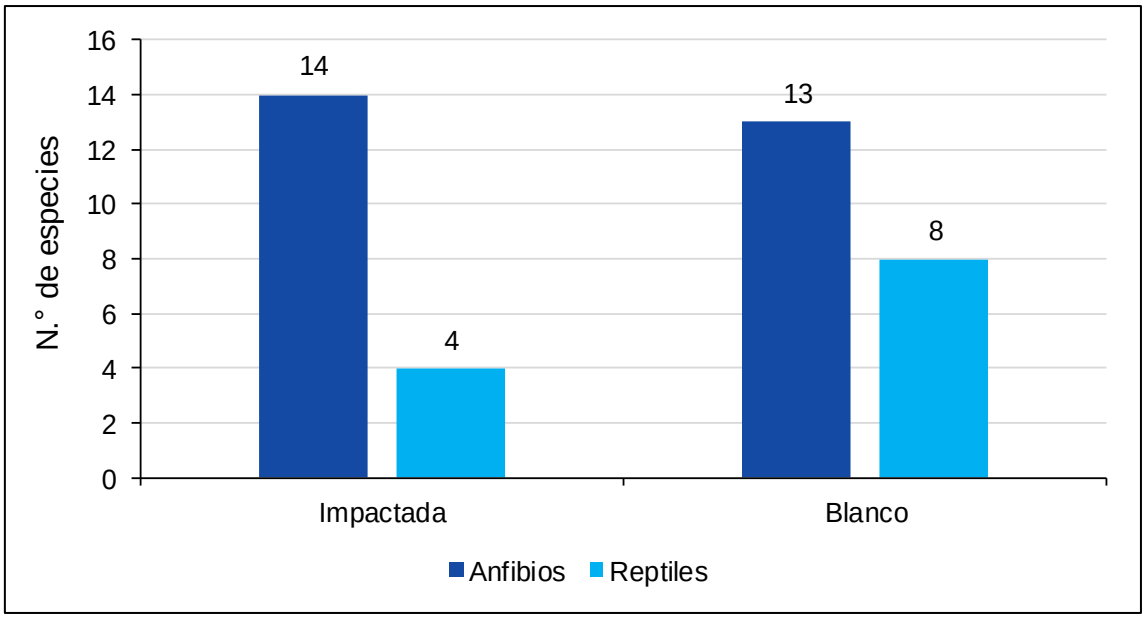


Figura 6.29. Riqueza de especies de anfibios y reptiles por zonas evaluadas en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

A continuación, se presentan de forma detallada las riquezas y abundancias de las especies de anfibios y reptiles registrados en cada zona de evaluación.

- Área impactada

Las evaluaciones en esta área se distribuyeron siguiendo el curso de la quebrada Sin Nombre, la cual fue afectada directamente por el derrame de petróleo ocurrida el 3 de febrero de 2016. Las labores de limpieza realizadas en esta zona ampliaron el curso de la quebrada, presentando áreas abiertas con abundante vegetación arbustiva en los bordes, hojarasca en el suelo y presencia de árboles de gran altura. Se evaluaron 8 transectos (diurnos y nocturnos) y 7 búsquedas por encuentros visuales, desde el sitio del derrame hasta el km 206 (cruce con el ducto), registrándose 14 especies de anfibios, donde *Pristimantis* cf. *carvalhoi* «Cutín de Carvalho», *Rhinella* gr. *margaritifera* «Sapo común sudamericano» y *Osteocephalus planiceps* «Rana de casco arbórea» fueron la más abundantes (24,44 %, 20,00 % y 17,78 % respectivamente). Respecto a los reptiles, de las 3 especies registradas *Kentropyx pelviceps* «Lagartija del bosque» presentó la mayor abundancia relativa (50 %). En las figuras 6.30 y 6.31 se detallan los valores de riqueza y abundancia registrados para los reptiles en el área impactada.

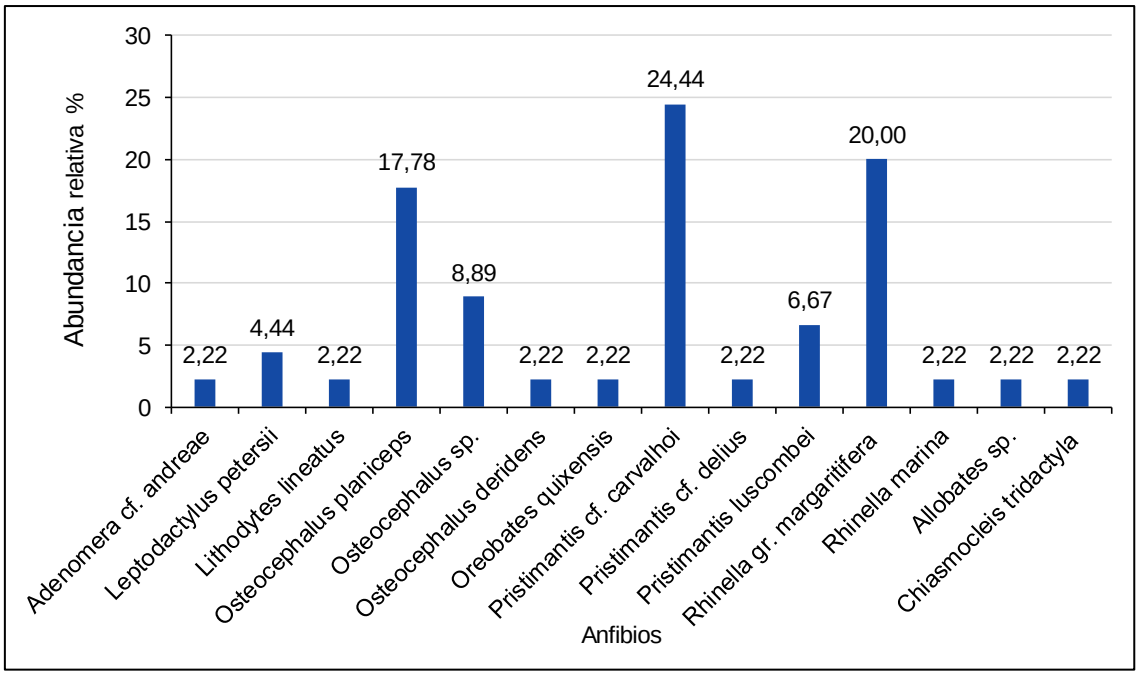


Figura 6.30. Riqueza y abundancia de anfibios en el área impactada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

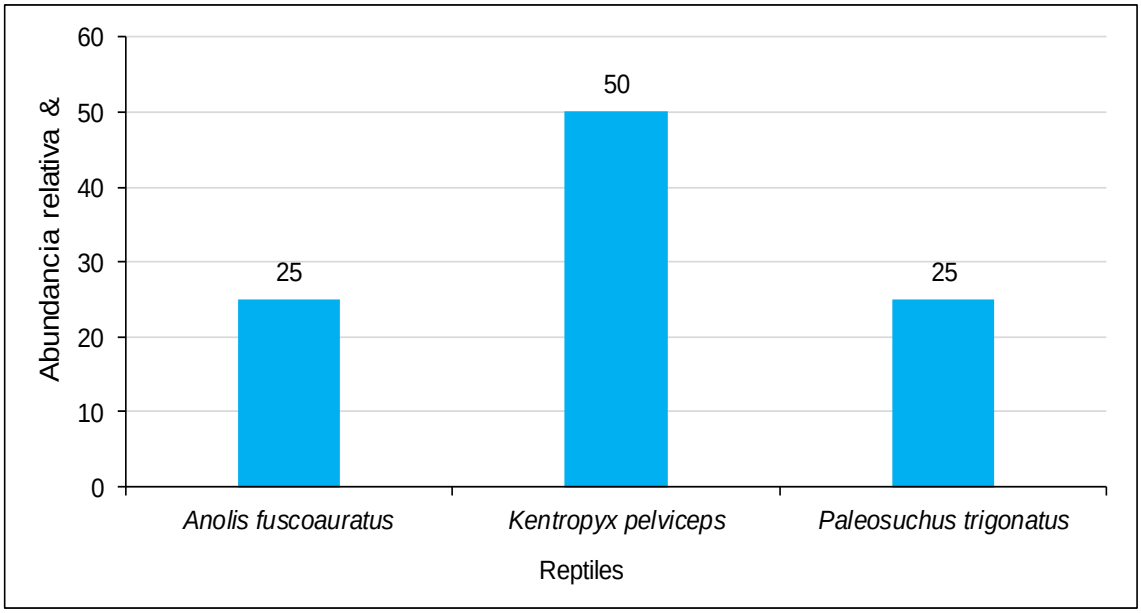


Figura 6.31. Riqueza y abundancia de reptiles en el área impactada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

- Área blanco

Las evaluaciones estuvieron distribuidas en áreas con características similares al área impactada antes del derrame, esto permitió realizar una comparación respecto a las poblaciones de anfibios y reptiles presentes; de este modo, se evaluaron aquellas quebradas afluentes de la quebrada Sin Nombre que no presentaron afectación alguna. Estas áreas presentaron abundante vegetación arbustiva y arbórea a lo largo de sus recorridos, necesitando en muchos de los casos la apertura trochas para la evaluación. Se evaluaron 8

transectos (diurnos y nocturnos) y 3 búsquedas por encuentros visuales, donde *Pristimantis luscombei* «Cutín de Loreto», *Pristimantis* cf. *carvalhoi* «Cutín de Carvalho» y *Osteocephalus planiceps* «Rana de casco arbórea» fueron la más abundantes (28,99 %, 21,74 % y 15,94 % respectivamente). Respecto a los reptiles, se registraron 6 especies, las cuales presentaron la misma abundancia relativa (16,67 %). En las Figuras 6.32 y 6.33 se detallan los valores de riqueza y abundancia registrados para los reptiles en el área blanco.

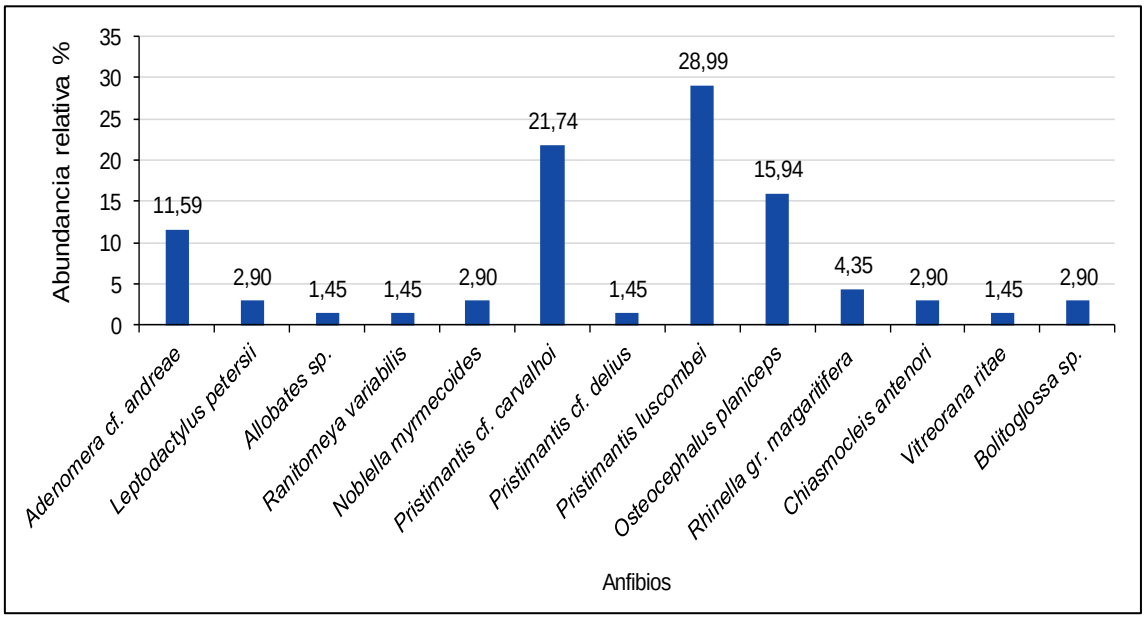


Figura 6.32. Riqueza y abundancia de anfibios en el área blanco correspondiente al derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

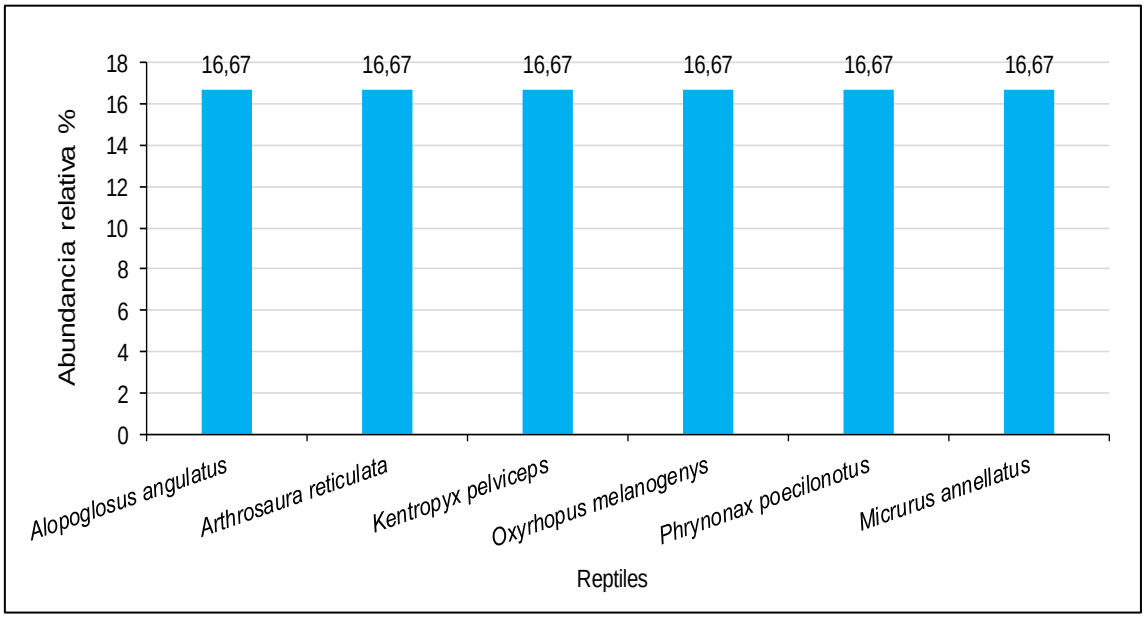


Figura 6.33. Riqueza y abundancia de reptiles en el área blanco correspondiente al derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

b) Diversidad de anfibios y reptiles por zonas

Los análisis de diversidad fueron obtenidos con la información de los anfibios y reptiles registrados mediante las metodologías de transectos de banda fija y búsquedas por encuentros visuales (no se consideraron los registros oportunos). Los resultados muestran índices de diversidad similares entre las zonas afectadas y blanco respecto a los anfibios presentes ($H'_{afectada}$=3,151 bits/ind; H'_{blanco}=2,922 bits/ind), debido a semejanzas en las riquezas obtenidas (14 y 13 especies respectivamente); no obstante, la abundancia de individuos fue mayor en la zona blanco (69 individuos). Respecto a la dominancia, el índice de Simpson (1-D) en ambas zonas evaluadas muestran que las especies estuvieron representadas equitativamente, siendo la zona afectada donde se registró un mayor valor (1-D=0,850 probits/ind); lo cual se relaciona con los resultados del índice de equidad de Pielou (J'=0,828). Los resultados se muestran en la Figura 6.34.

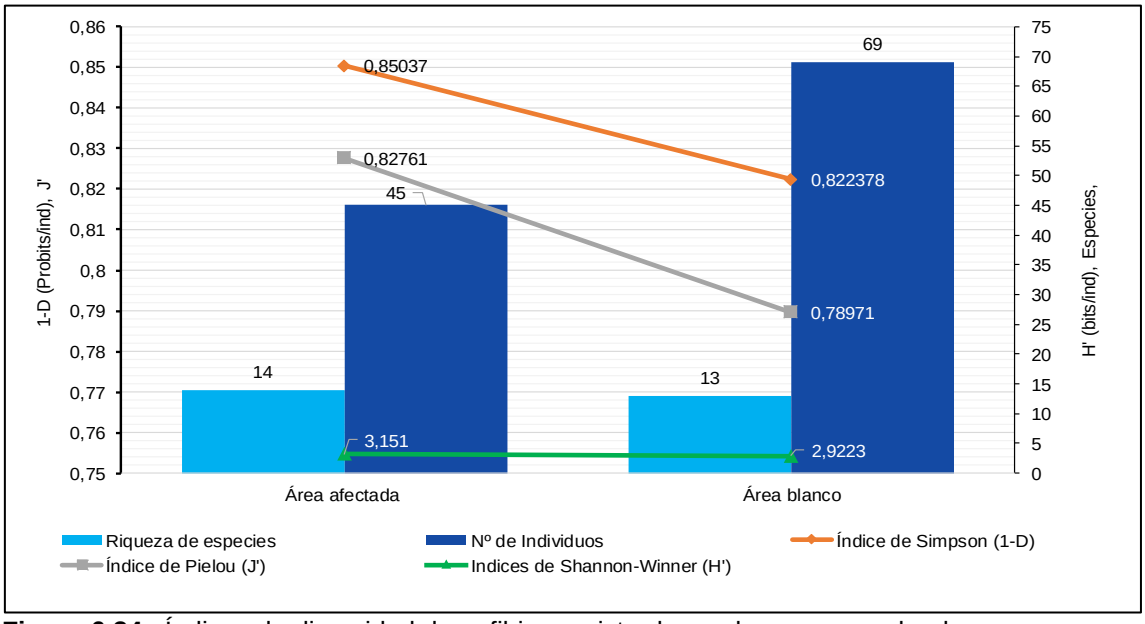


Figura 6.34. Índices de diversidad de anfibios registrados en las zonas evaluadas

En el caso de los reptiles, el área blanco presentó un mayor índice de diversidad respecto a la zona afectada (H'_{blanco}=2,585 bits/ind; $H'_{afectada}$ =1,5 bits/ind), debido a la mayor riqueza y abundancia de especies en esta área (6 especies y 6 individuos). Asimismo, las especies se presentaron equitativamente en la zona blanco (1-D=0,833 probits/ind), es decir no se presentó la dominancia de alguna especie sobre el resto, en concordancia con el índice de equidad de Pielou (J'=1). Los resultados se muestran en la Figura 6.35.

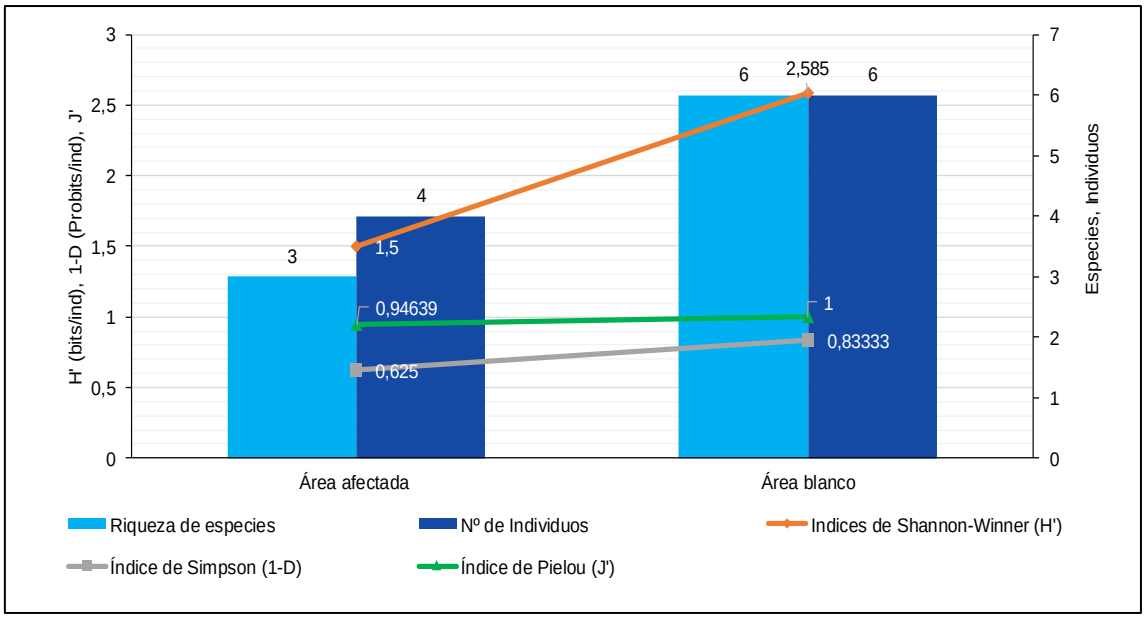


Figura 6.35. Índices de diversidad de reptiles registrados en las zonas evaluadas

c) Similaridad por área de evaluación

Se realizó el análisis de similaridad de Morisita respecto a los transectos distribuidos en las áreas impactada y blanco, de manera que se pueda distinguir las variaciones y/o semejanzas entre estas; cabe señalar que este análisis de similaridad expresa cuan semejantes son 2 muestras en base a la abundancia proporcional de cada especie presentes en ellas. Los resultados muestran la formación de 2 grupos marcadamente diferentes; por un lado, los transectos HE-TH5, HE-TH15, HE-TH7, HE-TH14 y HE-TH6 corresponden a las evaluaciones en el área impactada (cuadro rojo); mientras que, los transectos HE-TH9, HE-TH11, HE-TH12, HE-TH2, HE-TH3 y HE-TH10 corresponden a las evaluaciones en el área blanco (cuadro verde). Estos agrupamientos se relacionan directamente a la presencia de anfibios y reptiles en abundancias similares por cada área de evaluación, siendo distinta en cada una de ellas. En la Figura 6.36 se muestra el dendrograma de similitud entre los transectos evaluados según el índice de Morisita.

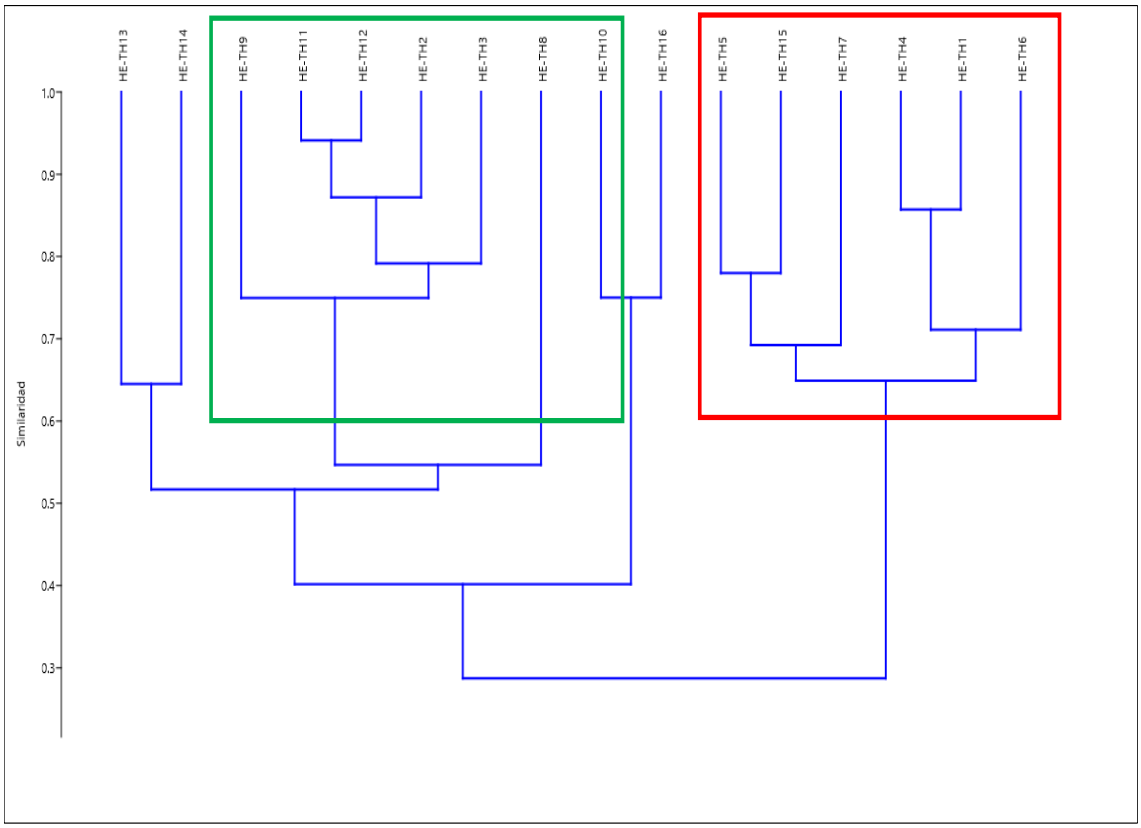


Figura 6.36. Índices de similaridad de Morisita para los anfibios y reptiles registrados en los transectos evaluados, cuadro rojo: área impactada; cuadro verde: área blanco

6.3.1.4. Especies incluidas en categorías de conservación y/o endémicas en el área de estudio

Los resultados, muestran que, de las 29 especies de anfibios y reptiles registradas, 14 se encuentran en la categoría de «preocupación menor» según la IUCN (2019); mientras que, el resto presenta datos insuficientes o no han sido evaluados. Asimismo, ninguna de las especies se encuentra bajo alguna categoría de amenaza por el Estado peruano (D.S. N.° 004-2014-MINAGRI); no obstante, el anfibio *Ranitomeya variabilis* «sapito venenoso de líneas amarillas» y los reptiles *Boa constrictor* «mantona» y *Paleosuchus trigonatus* «caimán de frente lisa» se encuentran en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017), el cual incluye a las especies que deben presentar un control sobre su comercialización a fin de que no se vea comprometida su supervivencia. Los detalles se muestran en la Tabla 6.14.

Tabla 6.14. Especies categorizadas de anfibios y reptiles registradas en el área de estudio

Familia	Especies	Nombre común	CITES (2017)	IUCN (2019)	D.S. 004-2014-MINAGRI	Especies endémicas
Dendrobatidae	*Ranitomeya variabilis*	Sapito venenoso de líneas amarillas	II	DD	-	-
Boidae	*Boa constrictor*	Mantona	II	-	-	-
Alligatoridae	*Paleosuchus trigonatus*	Caiman de frente lisa	II	LC	-	-

DD: Datos insuficientes, LC: Preocupación Menor.

6.3.1.5. Usos actuales y potenciales de los anfibios y reptiles.

Los pobladores locales mencionan que ninguna de las especies de reptiles registradas presenta algún tipo de uso medicinal o alimenticio. No obstante, en la amazonia existe la costumbre de comercializar la grasa de la *Boa constrictor* «Mantona» para diferentes rituales tradicionales, entre otras.

6.3.2. Mamíferos

6.3.2.1. Composición de especies

Mediante las metodologías utilizadas (recorridos o transectos y cámaras trampa) para la evaluación de mamíferos silvestres en el ámbito del km 206+035 del Ramal Norte del ONP se registraron 12 especies en total, divididas en 6 órdenes y 9 familias, siendo el orden Rodentia el de mayor riqueza registrada con 4 especies, seguido de los órdenes Cingulata, Carnivora y Cetartiodactyla con 2 especies cada uno (Tabla 6.15 y Figura 6.37).

Tabla 6.15. Composición de mamíferos silvestres en el área de estudio.

Orden	Familia	Género	Especie
Cingulata	1	2	2
Primates	1	1	1
Rodentia	3	4	4
Carnivora	1	2	2
Perissodactyla	1	1	1
Cetartiodactyla	2	2	2
Total	9	12	12

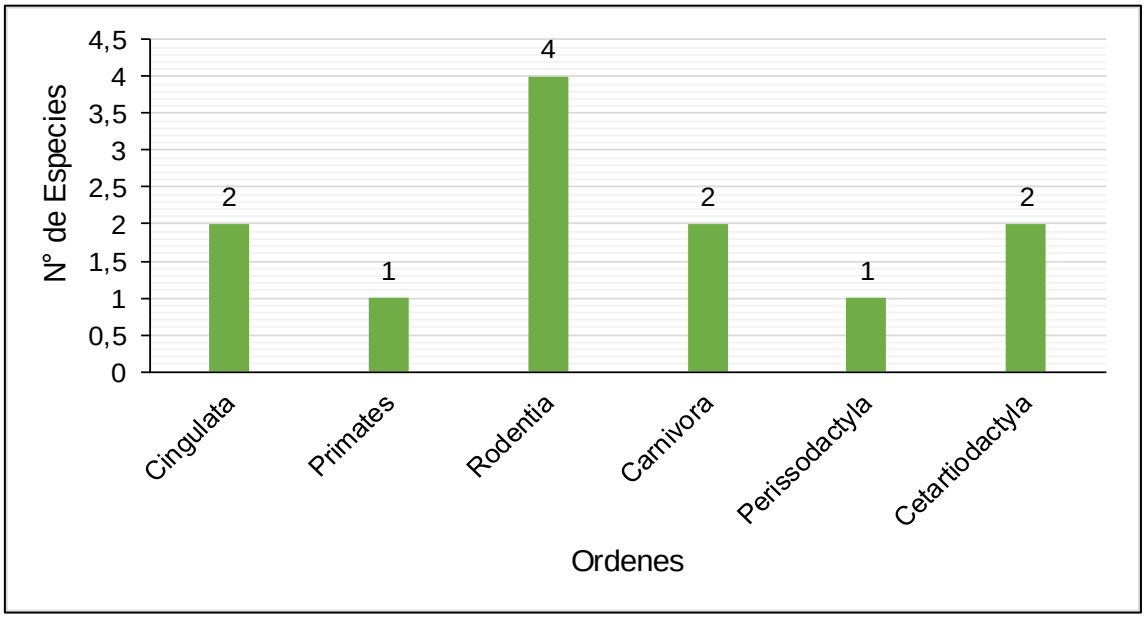


Figura 6.37. Composición taxonómica de mamíferos según ordenes en el área de estudio

De las 12 especies registradas, 10 de estas fueron registradas mediante los recorridos en transectos y 7 especies mediante cámaras trampa (Figura 6.38). Los registros en los transectos en mayor número fueron por medio de huellas (8) el cual por su particular condición y naturaleza son fáciles de observar en campo. El segundo mayor registro

obtenido fueron las vocalizaciones con 3 en total, sin dejar de lado los registros por emanaciones odoríferas (olor) y excavación con 2 y 1 respectivamente, sumado a los únicos 2 registros por observación directa de la especie *Proechimys* sp. «sachacuy» haciendo un total de 16 registros (Figura 6.39).

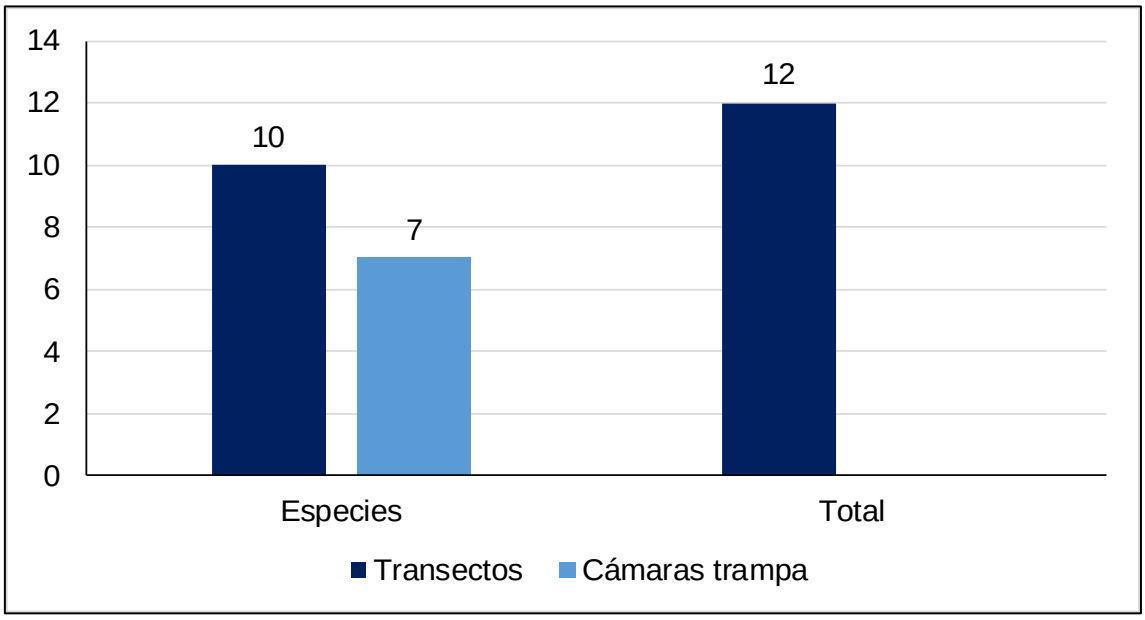


Figura 6.38. Riqueza de especies de mamíferos según el método utilizado

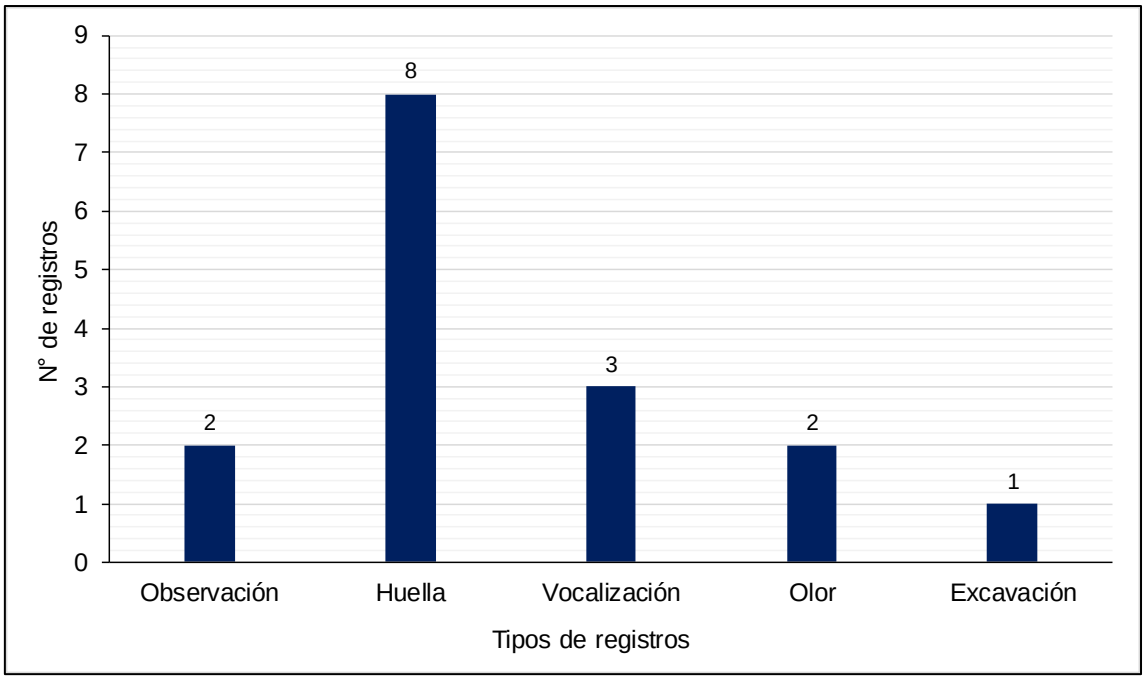


Figura 6.39. Registros obtenidos por transectos en el área de estudio

6.3.2.2. Descripción de mamíferos silvestres por zonas

En esta sección se presenta y analiza los resultados de riqueza, abundancia, diversidad y similitud de especies de mamíferos silvestres por zonas en el área de estudio.

Para un mejor tratamiento y análisis de resultados se determinaron 2 zonas de evaluación o estudio. Cada zona de estudio presentó 2 áreas bien diferenciadas, área impactada y área blanco. La evaluación se realizó en: área impactada de la zona A comprendida entre el km 0+000 al km 7+100, el área impactada de la zona B comprendida entre el km 7+100 al km 12+100 del Ramal Norte del ONP y el área blanco aledaña a la zona A.

a) Análisis de evaluación por transectos o recorridos

Se realizaron 2 transectos el área impactada de la zona A y B, así como el área blanco de la zona A, 1 en horario diurno con una distancia aproximada de 2 km cada uno considerando ida y vuelta y 1 en horario nocturno con una distancia aproximada menor de 2,5 km para cada uno (Tabla 6.16).

Tabla 6.16. Unidades y esfuerzo de muestreo por zona en el área de estudio

Zona de evaluación	Área	Código Transecto	Esfuerzo		Total km	Total Horas
			km	Horas		
Zona A	Blanco	Ca-Ma1	4	5 h 35'	6,4	8 h 55'
		Ca-Ma1*	2,4	3 h 20'		
	Impactada	Ca-Ma3	4,6	4 h 55	8	7 h 45'
		Ca-Ma3*	3,4	2 h 50'		
Zona B		Ca-Ma2	4,5	4 h 45'	7,1	7 h 06'
		Ca-Ma2*	2,6	2 h 21'		
Total					5,3	9 h 56'

Los mayores registros por transectos se obtuvieron en el área impactada de la zona B con 7 especies registradas por medio de huellas, siendo la espécie más representativa *Cuniculus paca* «majaz» con registros (2 ocasiones). En tanto en el área Blanco correspondiente a la zona A se registró 3 especies que, en particular 2 de ellas no fueron registradas en el área Impactada de las zonas A y B, tales especies son *Dasypus kappleri* «carachupa» y *Aotus vociferans* «musmuqui». Por último, en el área Impactada de la zona A se registró solo 2 especies, siendo *Proechimys* sp. «sachacuy» observada directamente en 2 ocasiones.

b) Índice de ocurrencia (IO) e índice de abundancia (IA)

Para el cálculo del índice de ocurrencia se tomaron en cuenta todos los registros y evidencias encontradas (cualitativas y cuantitativas) por medio de recorridos en el área de estudio. No se consideraron las observaciones y evidencias obtenidas fuera de los recorridos por transectos ni los registros obtenidos por cámaras trampa.

Mediante el índice de ocurrencia (IO) se pudo confirmar la presencia de 3 de las 10 especies registradas las cuales fueron: *Proechimys* sp «sachacuy», *Tapirus terrestris* «sachavaca» y *Pecari tajacu* «sajino», los cuales obtuvieron un mínimo de 10 para este índice debido a la combinación de registros de huella, olor, vocalización y observación directa, registrando así los mayores índices de abundancia.

Los valores de índice de ocurrencia (IO) e índice de abundancia (IA) por especie se muestran en la Tabla 6.17.

Tabla 6.17. Índice de ocurrencia (IO) e índice de abundancia (IA) de mamíferos en el área de estudio

Especie	Nombre común	Nombre local (Wampis)	Área Blanco		Área Impactada				IO	IA
			Zona A (km 0+000 al km 7+100)		Zona B (km 7+100 al km 12+100)		Zona A (km 0+000 al km 7+100)			
			Ca-Ma1	Ca-Ma1*	Ca-Ma2	Ca-Ma2*	Ca-Ma3	Ca-Ma3*		
Dasypus kappleri	Carachupa, armadillo	Shushui	Ex (1)	Ol (1)	-	-	-	-	9	18
Priodontes maximus	Yangunturu	Yankugn	-	-	Hu (1)	-	-	-	5	5
Aotus vociferans	Musmuqui	Ujukam	-	Vo (2)	-	-	-	-	5	10
Cuniculus paca	Majaz	Kashee	-	-	Hu (2)	-	-	-	5	10
Proechimys sp.	Sachacuy	Katip	-	-	-	-	-	O (2)	10	20
Leopardus pardalis	Tigrilllo	Untucham	-	-	Hu (1)	-	-	-	5	5
Panthera onca	Otorongo	Unyawa	-	-	Hu (1)	-	-	-	5	5
Tapirus terrestris	Sachavaca, tapir	Pamau	Vo (1)	-	Hu (1)	-	-	-	10	20
Pecari tajacu	Sajino	Yankippi	-	-	Hu (1)	-	Ol (1)	-	10	20
Mazama nemorivaga	Venado gris	Japa	-	-	Hu (1)	-	-	-	5	5

O: observación directa, Hu: huella, Ex: excavación, Ol: olor, Vo: vocalización

c) Análisis de evaluación por cámaras trampa

El esfuerzo de muestreo total con cámaras trampa fue de 152 trampas-noche. Distribuidas para la zona A con un esfuerzo de 48 trampas-noche, para la zona B con un esfuerzo de 50 trampas-noche y para la zona blanco con un esfuerzo de 54 trampas-noche (Tabla 6.18).

Tabla 6.18. Esfuerzo de muestreo de cámaras trampa para la evaluación de mamíferos silvestres en el área de estudio

Código	Fecha de instalación	Fecha de desinstalación	Tiempo de registro (días)	Esfuerzo (trampas-noche)
Área Impactada de la Zona A				
Casha 15	6/09/2019	12/09/2018	6	48
Casha 16	6/09/2019	12/09/2018	6	
Casha 17	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 18	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 19	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 20	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 21	8/09/2019	12/09/2018	4	
Casha 22	8/09/2019	12/09/2018	4	
Casha 23	8/09/2019	12/09/2018	4	
Casha 24	8/09/2019	12/09/2018	4	
Área Impactada de la Zona B				
Casha 1	7/09/2019	12/09/2018	5	50
Casha 2	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 3	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 4	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 5	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 6	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 7	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 25	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 26	7/09/2019	12/09/2018	5	
Casha 27	7/09/2019	12/09/2018	5	
Área Blanco de la Zona A				
Casha 8	6/09/2019	12/09/2018	6	54
Casha 9	6/09/2019	12/09/2018	6	
Casha 10	6/09/2019	12/09/2018	6	
Casha 11	6/09/2019	12/09/2018	6	
Casha 12	6/09/2019	12/09/2018	6	
Casha 13	6/09/2019	12/09/2018	6	
Casha 14	6/09/2019	12/09/2018	6	
Casha 28	8/09/2019	12/09/2018	4	
Casha 29	8/09/2019	12/09/2018	4	
Casha 30	8/09/2019	12/09/2018	4	
Total				152

Por medio de cámaras trampa, se obtuvo 22 registros independientes de mamíferos silvestres pertenecientes a 7 especies, 3 órdenes, y 6 familias; entre las que destacan, *Cuniculus paca* «majaz» y *Pecari tajacu* «sajino» como especies frecuentes con 9 y 5 registros independientes respectivamente (Tabla 6.19). Los mayores registros independientes se dieron en el área Blanco de la zona A con un total de 9, seguido del área Impactada de la zona A con 7 y el área impactada de la zona B con 6 registros independientes. En la Figura 6.40 se presentan los datos de las cámaras trampa que sólo tuvieron por lo menos un registro.

Tabla 6.19. Registros independientes de mamíferos silvestres por cámaras trampa en el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nombre local (Wampis)	Zonas																											
					A km 0+000 al km 7+100										B km 7+100 al km 12+100										A km 0+000 al km 7							
					Área Impactada																				Área Blanco							
					Casha 15	Casha 16	Casha 17	Casha 18	Casha 19	Casha 20	Casha 21	Casha 22	Casha 23	Casha 24	Casha 1	Casha 2	Casha 3	Casha 4	Casha 5	Casha 6	Casha 7	Casha 25	Casha 26	Casha 27	Casha 8	Casha 9	Casha 10	Casha 11	Casha 12	Casha 13				
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus kappleri*	Carachupa, armadillo	Shushui	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1			
Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta variegata*	Añuje	Kayuk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		Myoprocta pratti	Punchana	Yankits	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-			
	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Majaz	Kashee	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	2	3	-	-	-	-			
	Echimyidae	*Proechimys* sp.	Sachacuy	Katip	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Cetartiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Sajino	Yankippi	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-			
	Cervidae	*Mazama nemorivaga*	Venado gris	Japa	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Total					1	-	-	2	-	-	-	3	1	-	-	-	-	1	-	-	1	3	1	-	4	3	-	-	-	1			

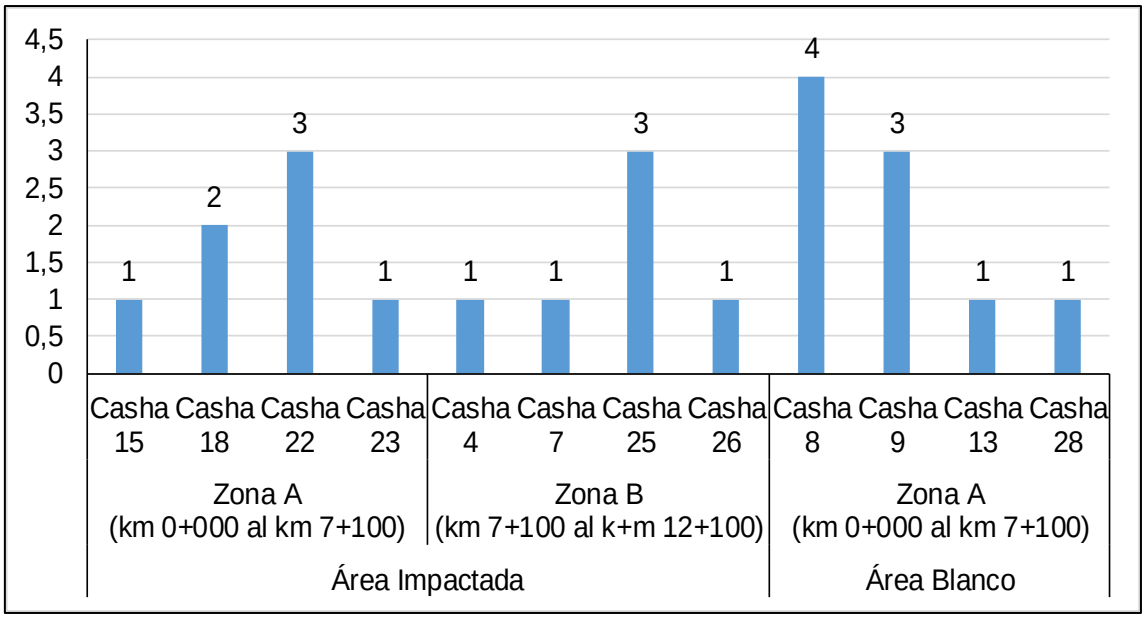


Figura 6.40. Registros independientes por cámaras trampa en el área de estudio

De los 10 registros independientes en la zona blanco, 5 fueron de la especie *Cuniculus paca* «majaz» siendo de esta manera la más frecuente para esta zona, en cambio en la zona A la especie *Pecari tajacu* «sajino» fue la más frecuente en los registros con 3 de los 7 del total para esta zona. Y en la zona B, también el majaz fue el más frecuente con 3 registros (Figura 6.41)

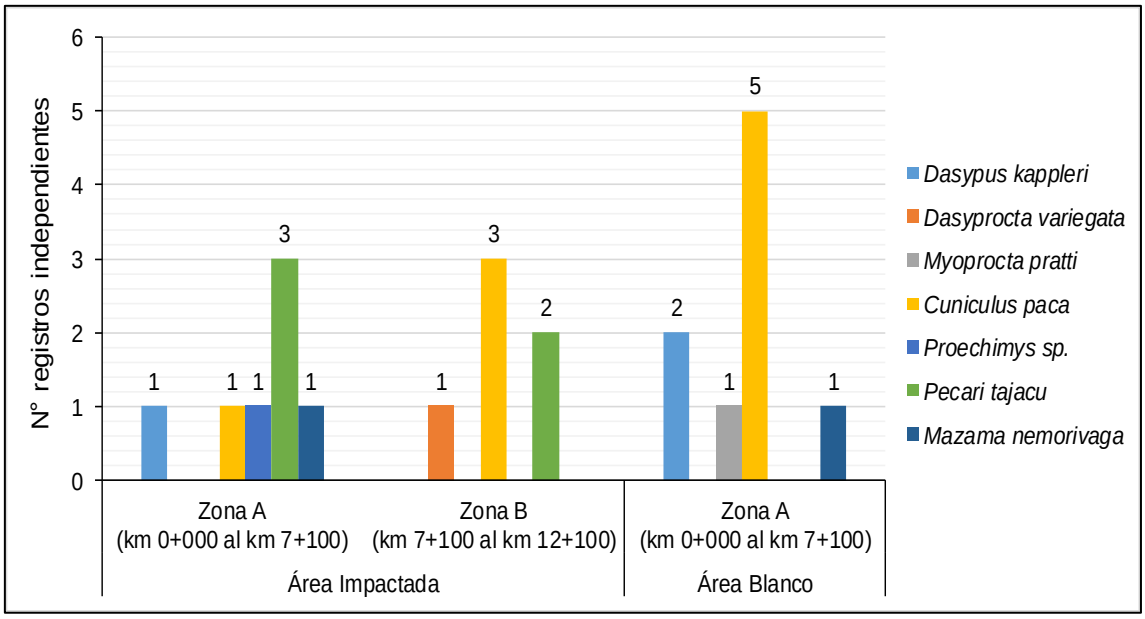


Figura 6.41. Composición de especies por zona de evaluación en el área de estudio

6.3.2.3. Diversidad

a) Diversidad alfa

En relación a la diversidad de especies por zona, la mayor diversidad se presentó en el área impactada de la zona A con H'Log2=2,13 bits/individuo, en donde la riqueza estuvo conformada por 5 especies y una abundancia de 7 individuos, seguido del área blanco de la zona A con H'Log2=1,67 bits/individuo, en donde la riqueza estuvo conformada por 4 especies representativas (Figura 6.42).

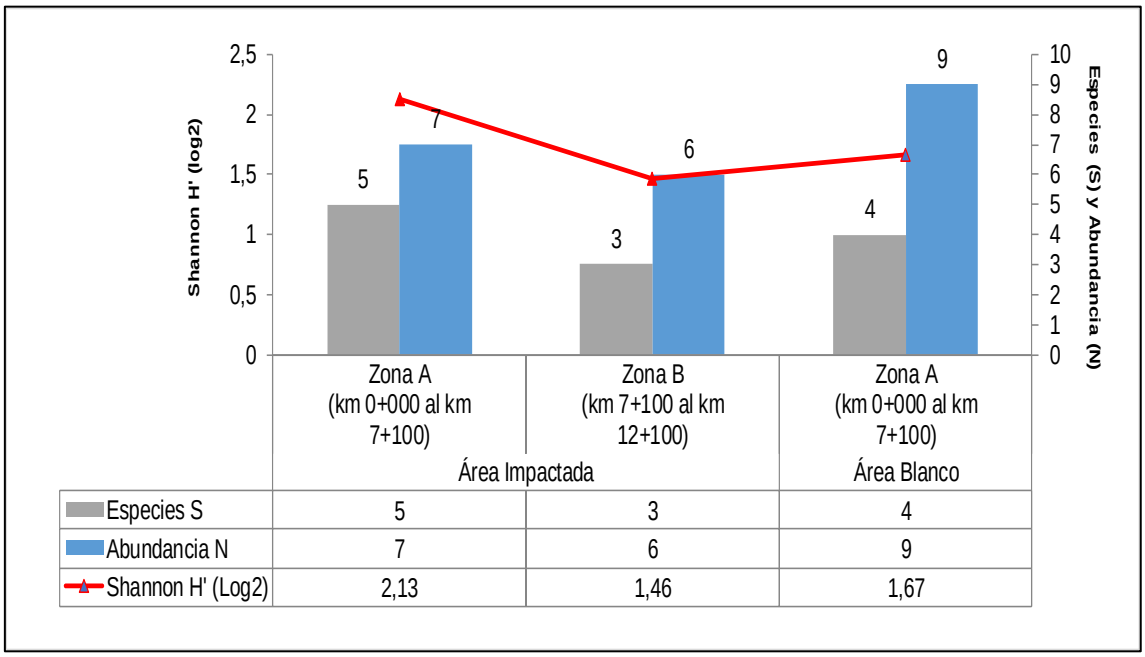


Figura 6.42. Diversidad de los mamíferos silvestres por zona de estudio

b) Diversidad beta

Se realizó un análisis de similaridad de Jaccard, en el cual se obtuvo un dendrograma conformado por un grupo ligeramente definido entre el área impactada de las zonas A y B, las cuales obtuvieron un valor del índice de Jaccard de 12,5 %, este valor indicó que ambas áreas comparten solo el 12,5 % y a la presencia de la especie *Pecari tajacu* «sajino».

No obstante, el área blanco de la zona A (BK) se une a este grupo, mostrando un valor de 0,11, esto significa que comparten solo el 11 % de la diversidad, esta baja similaridad se debe probablemente a la presencia de especies exclusivas en el área blanco como *Dasypus kappleri* «carachupa» y *Aotus vociferans* «musmuqui» Los valores presentados en la Tabla 6.20, son expresados en porcentajes con el fin de entender este análisis.

Tabla 6.20. Valores del índice de similaridad de Jaccard entre las zonas en el área de estudio

Zonas/Áreas	BK (Área blanco de la Zona A)	B (Área Impactada de la Zona B)	A (Área Impactada de la Zona A)
BK (Área blanco de la Zona A)	1	0,11	0
B (Área Impactada de la Zona B)	0,11	1	0,125
A (Área Impactada de la Zona A)	0	0,125	1

Los valores obtenidos en el análisis de similaridad de Jaccard se muestran de manera gráfica en el Figura 6.43. Es necesario precisar que los valores usados para este análisis involucran los registros cualitativos y cuantitativos mediante recorridos por transectos.

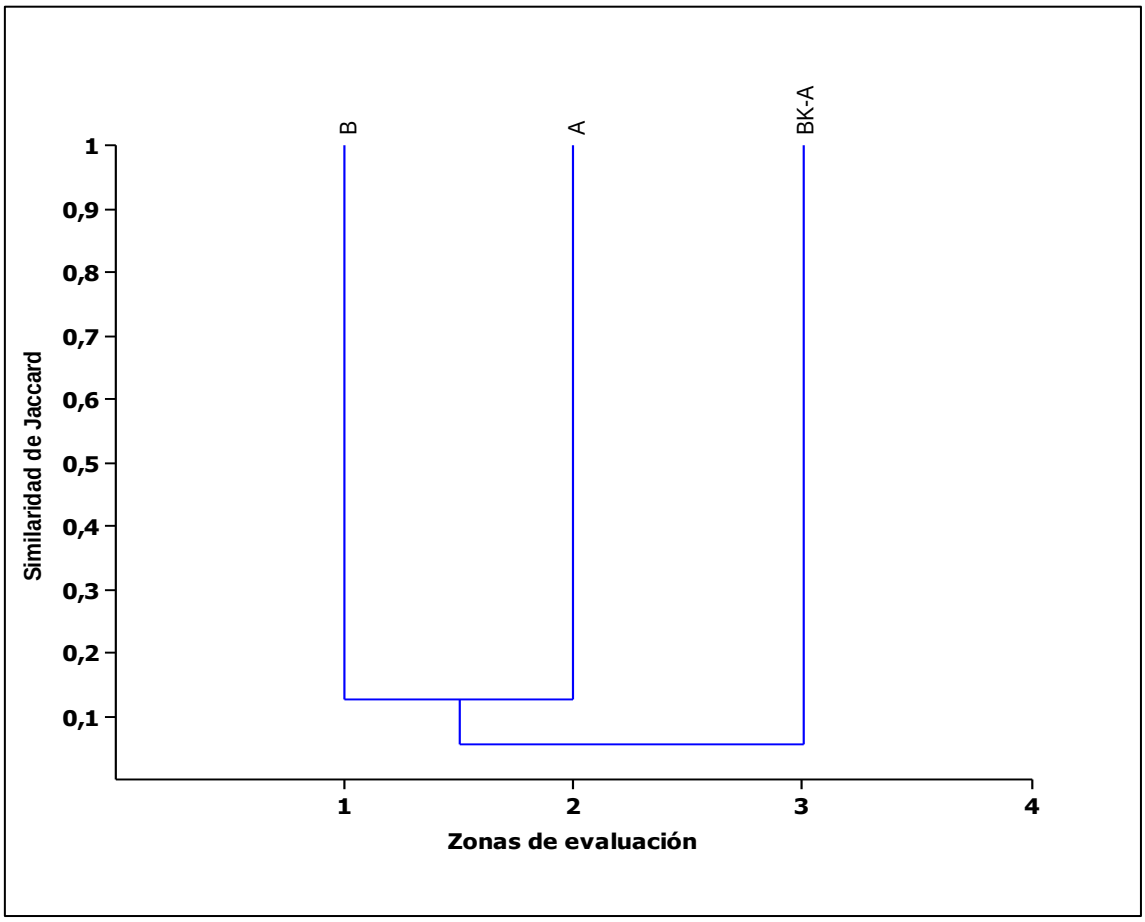


Figura 6.43. Cluster de similaridad de especies compartidas entre las zonas evaluadas

6.3.2.4. Curva de acumulación de especies

En la Figura 6.44 se presenta la curva de acumulación de especies de mamíferos silvestres solo mediante el registro por cámaras trampa, en ella se observa que los datos se ajustan (R=0,99), en este caso, el número de días evaluados con cámaras trampa es casi el óptimo para el registro de las 7 especies en el área de estudio. Sin embargo, hay que señalar que con el método de recorridos se pudo obtener 5 especies más los cuales enriquecieron la lista de registros en el área de estudio. Es importante mencionar que con el aumento de días de muestreo para las cámaras trampa se podrían registrar las 5 especies restantes.

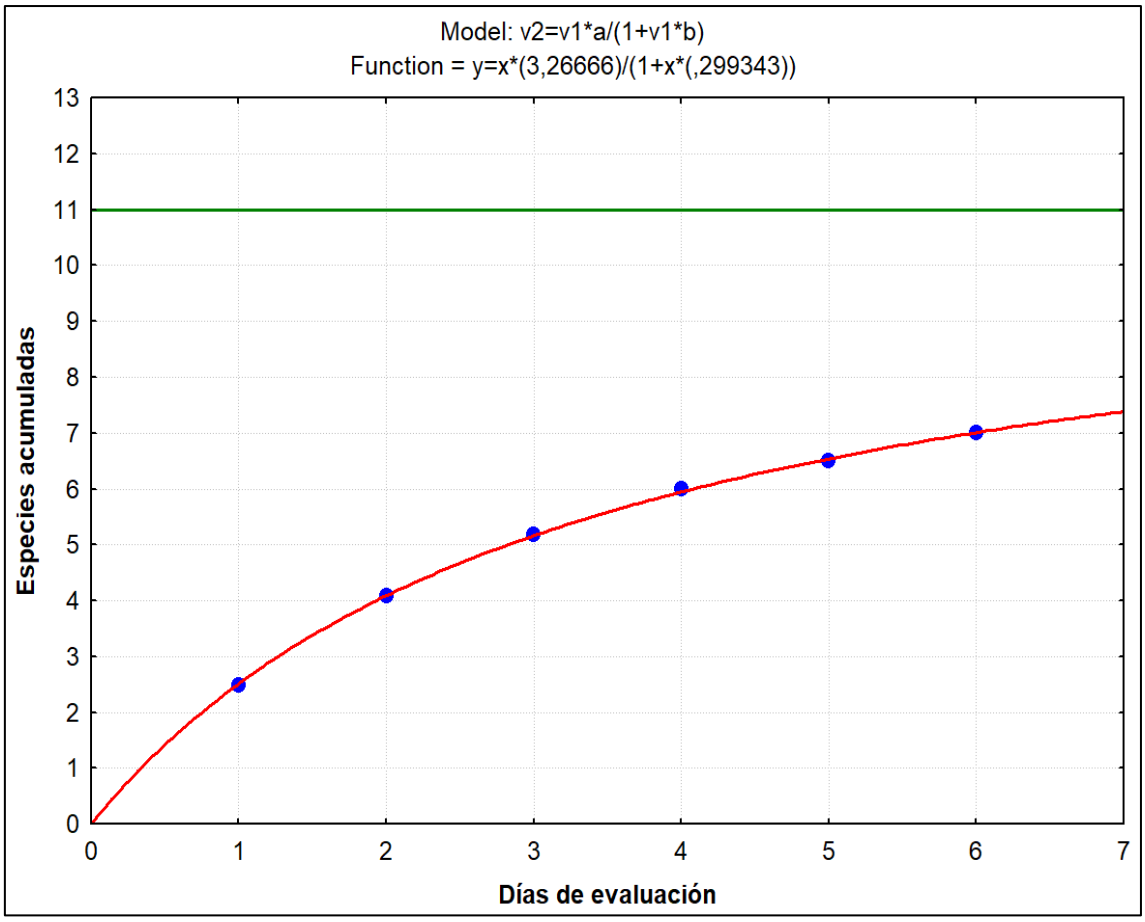


Figura 6.44. Curva de acumulación de especies de mamíferos silvestre en el área de estudio

6.3.2.5. Especies incluidas en categorías de conservación y/o endémicas en el área de estudio

Se registraron 5 especies de mamíferos silvestres, los cuales se encuentran por lo menos en alguna categoría de conservación nacional e internacional. Entre las que se mencionan según la IUCN (2019) en categoría de vulnerable (VU) se encuentran las especies *Priodontes maximus* «yangunturu» y *Tapirus terrestris* «sachavaca». En la categoría de casi amenazado (NT) la especie *Panthera onca* «otorongo». El resto de las especies se encuentran categorizadas como de bajo riesgo o de menor preocupación (LC), los cuales no figuran en la Tabla 3.7.

Se registraron 3 especies listadas en la legislación de conservación nacional (Decreto Supremo N.° 004-2014-MINAGRI), siendo la especie *Priodontes maximus* «yangunturu» categorizada como Vulnerable (VU) y las especies *Panthera onca* «otorongo» y *Tapirus terrestris* «sachavaca» como especies casi amenazadas (NT).

De acuerdo con los apéndices de la CITES (2017) se identificaron a las 5 especies de mamíferos listadas en la Tabla 3.7 el cual tiene fines de protección ante la amenaza de explotación excesiva. Este número incluye en el apéndice I a las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales entre ellas están 3 especies como *Priodontes maximus* «yangunturu», *Panthera onca* «otorongo» y *Lepardus pard*alis «tigrillo». En el apéndice II se

incluye a especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia entre ellas se listan 2 especies como *Tapirus terrestris* «sachavaca» y *Pecari tajacu* «sajino» (Tabla 6.21).

Tabla 6.21. Lista de especies de mamíferos silvestres en categorías de conservación

Orden	Familia	Especies	Nombre común	IUCN (2019)	CITES (2017)	D.S. N.° 004-2014
Cingulata	Dasypodidae	*Priodontes maximus*	Yangunturu	VU	I	VU
Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Tigrilllo	-	I	-
		Panthera onca	Otorongo	NT	I	NT
Perissodactyla	Tapiridae	*Tapirus terrestris*	Tapir	VU	I	NT
Cetartiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Sajino	-	II	-

VU: Vulnerable, NT: Casi amenazado, --: no aplica

7. DISCUSIÓN

7.1. Comunidades hidrobiológicas

La evaluación de las comunidades hidrobiológicas se realizó en la quebrada Sin Nombre, Quebrada Cashacaño y río morona, que habría sido la principal zona afectada ocurrido el derrame de petróleo crudo hacia aguas abajo, evidenciándose afectación sobre la biota acuática en la evaluación realiza por OEFA en abril del 2016.

Debido a esto, resultó pertinente evaluar la calidad de las comunidades hidrobiológicas y determinar si las actividades de limpieza realizadas, ayudaron a mejorar las condiciones del hábitat para el desarrollo y recuperación de las comunidades hidrobiológicas; para ello, los resultados de la presente evaluación realizada en setiembre de 2019 fueron comparados con la evaluación realizada el 2016, en los cuerpos de agua mencionados (Tabla 7.1 y Anexo 3).

Tabla 7.1. Comunidades hidrobiológicas evaluadas en la zona de estudio

Año de evaluación	Zona de estudio	Macroinvertebrados bentónicos	Peces	Análisis de Tejido(Peces)
2019	Quebrada Sin Nombre	4	1	2
	Quebrada Cashacaño	3	2	29
	Río Morona	3	2	12
2016	Quebrada Sin Nombre	5	NE	NE
	Quebrada Cashacaño	2	NE	NE
	Río Morona	NE	NE	NE

NE: No evaluado

La quebrada Sin Nombre presenta deforestación de zonas ribereñas y arroyos pequeños, en el primer tramo evaluado que influye en el número y tipo de organismos que habitan en ellos (Acebey y Maldonado, 2005). Por ello para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos se registró menor riqueza de organismos en los puntos 148, MIB,ESP-7 y 148,MIB,ESP-8. Estos resultados son similares a lo obtenido en la evaluación del 2016 en el punto de muestreo MO-HB1, presentando grupos similares como: Hydrophilidae, Chironomidae y Trichoptera.

Asimismo, aguas abajo de la quebrada Sin Nombre a 827 m aproximadamente se presentan cambios en el cauce y aumento de caudal (a lo largo de la misma quebrada) que permite el desarrollo de ictiofauna presentando baja riqueza y poca abundancia que evidenciaría degradación de las zonas que son necesarias para el desarrollo de peces que podría estar asociada a un aumento en la erosión, escorrentía, transporte de sedimentos suspendidos y de sedimentación en consecuencia de la deforestación (Junk *et al.*, 2007). Sin embargo, para la comunidad de macroinvertebrados se observa que en el punto 148,MIB,ESP-4 se incrementa la riqueza y la calidad según el BMWP/Col dando una calidad ACEPTABLE, debido a la aparición de algunos grupos catalogados sensibles como Perlidae, Calamoceratidae, Leptophlebiidae

En la Quebrada Cashacaño se observó una mejor conservación de la rivera, con características propias de la llanura amazónica y zonas estacionalmente inundadas que son un elemento clave del hábitat acuático de los peces. Un gran número de especies migra a estas áreas adyacentes a los ríos para su reproducción y/o alimentación y se asume que todas estas especies son extremadamente vulnerables a la calidad del bosque inundado. Algunos peces amazónicos frugívoros dependen en gran medida de las frutas y otros alimentos alóctonos de este bosque, cuya oferta aumenta durante la época de aguas altas (Goulding, 1980; Castellón, 2001), como es el caso de *Brycon* sp. que se registró en el punto 148,PEC,Cash-1 de la quebrada Cashacaño; siendo este el lugar más alejado del punto de derrame y que está en contacto continuo con el río Morona que, por los flujos de inundación aportaría los alimentos alóctonos necesarios para este tipo de especies.

La presencia de *Eigenmannia* sp. evidenciaría una recuperación del hábitat ya que estos organismos están asociados a raíces de la orilla y vegetación flotante. Para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos también se observó mejores condiciones para el desarrollo de organismos evidenciándose en un ligero incremento en la calidad biótica según el BMWP/Col dando una calidad ACEPTABLE en el punto 148,MIB, ESP-3; mientras que en los puntos de muestreo 148,MIB, ESP-2 y 148,MIB, ESP-1 la riqueza disminuye probablemente al aumento de caudal que ejerce el río Morona y disminuyen los hábitats disponibles para el desarrollo de macroinvertebrados acuáticos. Estos resultados presentan mayor riqueza y calidad biótica en contraste con la evaluación realizada el 2016 en los puntos MO-HB-9 y Mo-HB-8 que presentaron calidad crítica según el BMWP/Col.

En general, durante la evaluación ambiental en las quebradas no se observaron residuos similares a hidrocarburos de petróleo y los resultados de riqueza y calidad según el BMWP/Col de los macroinvertebrados acuáticos presentaron mayores valores que los registrados en la evaluación del 2016 (Figura 7.1) Esto puede ser debido principalmente a las actividades de limpieza ejecutadas por el administrado; así como a los procesos naturales de desplazamiento y degradación de hidrocarburos.

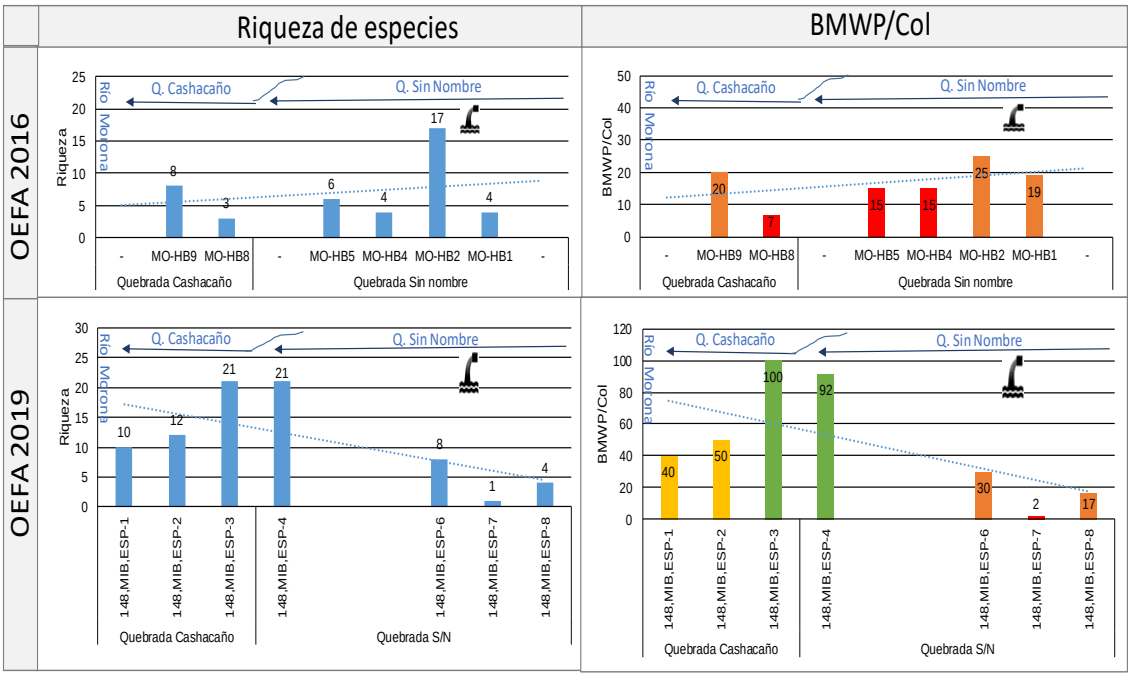


Figura 7.1. Comparación de los resultados de riqueza e índice de calidad biótica BMWP/col en las evaluaciones del 2016 y 2019

Los bosques generan sombra y proveen de detritus orgánico, el cual sirve de alimento esencial en la dieta de macroinvertebrados y peces detritívoros. Además, la estabilización de las riberas y el control de la erosión por la vegetación circundante influyen sobre la tasa de sedimentos en el agua y la diversidad y estabilidad de los hábitats acuáticos (Van Damme *et al*., 2003). Es así que en el punto de muestreo 148,PEC,Mor-1 ubicado aguas arriba de la confluencia con la quebrada Cashacaño se registraron especies con hábitos detritívoros como *Schizodon fasciatus*, Leporinus sp. y Prochilodus nigricans; carnívoros; mientras que, después de la confluencia con la quebrada Cashacaño en el punto de muestreo 148,PEC,Mor-2 se evidenciaron especies carnívoras y omnívoras que mediante un aumento en la erosión, escorrentía y con cambios de caudal, de transporte de sedimentos suspendidos y de sedimentación, pueden afectar a la ictiofauna acuática (Junk *et al.,* 2007).

En la cocha Sin Nombre se evaluó un punto de muestreo, este cuerpo de agua presentó características como el sustrato limoso, transparencia total, poca profundidad y además presentaba olor similar a hidrocarburos que evidencian una degradación del hábitat que se ve reflejado en la baja riqueza y poca abundancia de peces registrada en esta cocha. Con respecto a los resultados de la evaluación de macroinvertebrados bentónicos, presentó la mayor abundancia de organismos de toda la zona evaluada (1168 organismos), que estuvo dominada por taxones tolerantes y de amplio espectro de condiciones ambientales como: *Rheotanytarsus* sp. Cabe mencionar que en este punto se evidenció presencia de películas iridiscentes similares a hidrocarburos. Diversos estudios confirman que la presencia de hidrocarburos produce la disminución de la riqueza y abundancia de especies sensibles, pero también aumenta significativamente la abundancia de grupos tolerantes de macroinvertebrados acuáticos (Ferreira *et al*., 2009; Figueroa *et al*., 2003; Pettigrove y Hoffmann, 2015) como lo reportado en este punto de muestreo que presentó mayor abundancia, sobre todo de la familia Chironomidae. Este grupo de larvas se caracterizan por

ser resistentes a las perturbaciones ambientales, sobre todo a la contaminación orgánica (Ferreira, *et al*.,2009) e incluso algunos géneros de esta familia pueden persistir a altas concentraciones de hidrocarburos (Pettigrove y Hoffmann, 2015). Respecto a *Rheotanytarsus* sp. otros estudios también registraron un incremento de su abundancia sobre todo en ambientes contaminados por materia orgánica (Ferreira, *et al*., 2009)

Respecto a los análisis de tejido muscular, las especies seleccionadas pertenecen a diferentes grupos tróficos y se alimentan de semillas, otros organismos como invertebrados y peces pequeños, este comportamiento podría ayudar a bioacumular y biomagnificar las concentraciones de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y metales, sin embargo, no se encontraron concentraciones cuantificables de HAP y las concentraciones de metales no superan la normativa de referencia nacional (SANIPES 2016). Esto podría deberse a la capacidad de desplazamiento de los peces, que buscan zonas con mayor disponibilidad de microhábitats, las cuales presentan mayor oferta de alimento; y así los peces pueden elegir zonas que no se encuentren afectadas por los restos de hidrocarburos encontrados. Cabe señalar que Muñoz *et al*. (2010) menciona que el mecanismo de metabolización de los HAP en peces es muy complejo, por lo que usualmente no se observa una correlación directa entre la contaminación presente en los sedimentos y las encontradas en vísceras y músculos de peces.

7.2. Flora Silvestre

7.2.1. Composición y estructura arbórea

Los resultados de la parcela evaluada en el área impactada por el derrame ocurrido en el km 206+035 (CA-DE-01) y la parcela CA-BL-01 (blanco), ubicada en los bosques cercanos del Ramal Norte del ONP del 2016 y 2019, muestran a las familias: Myristicaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Clusiaceae y Arecaceae como las más ricas en especies (riqueza absoluta). Esta información coincide con la mayoría de los estudios en parcelas permanentes realizadas por diferentes investigadores, entre ellos: Pitman *et a*l. 2002, mencionan que, en el Parque Nacional del Manú, en 13,8 ha estudiadas, las familias Fabaceae, Moraceae, Annonaceae y Euphorbiaceae fueron las familias más representativas, en triqueza y abundancia. De igual manera, las mencionadas familias fueron reportadas en el norte de la Amazonía peruana, en el departamento de Loreto en las zonas de Allpahuayo y Yanamono, por Gentry (1988a) y (1988b), en Phillips y Miller (2002); y Phillips *et al.*, (1994). Además, Vásquez y Phillips (2000), al analizar parcelas ubicadas dentro de los llamados bosques aluviales del noreste peruano también reportaron a las familias Fabaceae, Moraceae, Lauraceae y Annonaceae, como las más ricas en especies y abundantes. Cabe indicar que todos estos estudios forman parte de la Red Amazónica de Inventarios Forestales.

Las especies arbóreas que dominan en las parcelas evaluadas fueron: *Caraipa punctulata* (Calophyllaceae), *Oenocarpus bataua* (Arecaceae), *Micrandra elata* (Euphorbiaceae), *Tachigali formicarum*, *Parkia igneiflora*, *Macrolobium bifolium*, *Macrolobium microcalyx*, *M. limbatum* y *M. acaciaeflolium*. Ademas, *Inga thibaudiana* y *Diplotropis purpurea* (Fabaceae), *Ilex inundata* (Aquifoliaceae), *Hevea guianensis* (Euphorbiaceae), *Brosimum utile* (Moraceae) y *Virola pavonis* (Myristicaceae); estás se encuentran presentes en diferentes estudios botánicos y ecológicos en la Amazonia Norte del Perú, como los desarrollados por Vásquez y Rojas (2006), Gentry (1989), Terborgh y Andresen (1998). Incluso en la amazonia sur del Perú (Madre de Dios) están consideradas dentro de las 150 especies arbóreas más comunes de tierra firme por Pitman *et al*. (2002).

Con relación a la dinámica poblacional de las 2 parcelas evaluadas, considerando el periodo de tiempo de 3 años, se tiene que, la parcela CA-BL-01 registra una tasa de mortalidad de 1,53 % anual, que de acuerdo con los estudios realizados por Lugo y Scatena (1996) es considerada como de mortalidad «trasfondo = < 5 %», relacionado principalmente a eventos de pequeña escala (muertos en pie, rotos y desenraizados) y que ocasionan cambios graduales. Asimismo, 1,53 % está dentro de los rangos determinados por Nebel *et al*. (2000) y Lewis *et al*. (2004), esto fue determinado en base a diferentes estudios desarrollados en los bosques amazónicos, donde consideraron que la tasa anual de mortalidad, varió de 0,7 % a 3,16 % y 0,37 % a 3,97 % respectivamente (Figura 7.2).

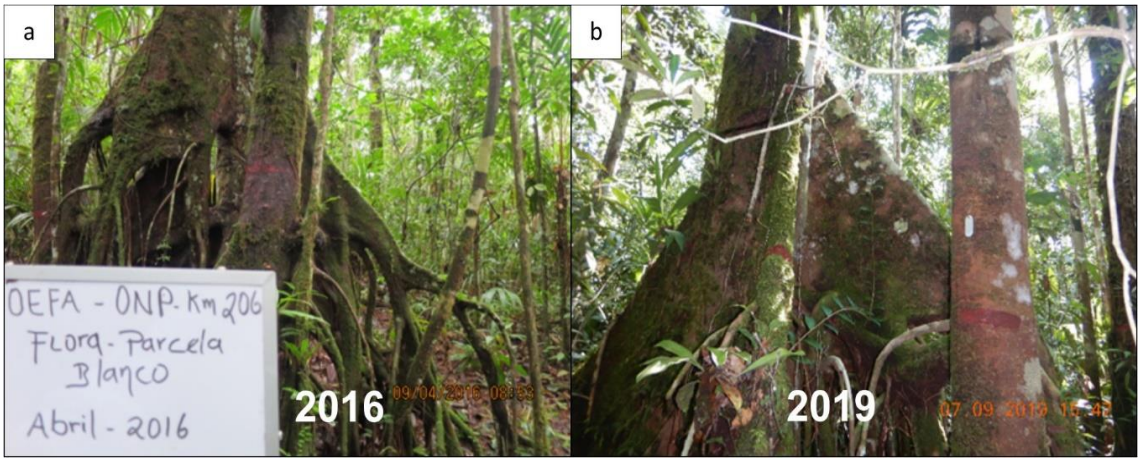


Figura 7.2. Dinámica de la parcela blanco CA-BL-01 entre 2016 y 2019: **a.** CA-BL-01 el 2016; **b.** CA-BL-01 el 2019

Contrariamente a los resultados registrados en la parcela CA-BL-01, la parcela CA-DE-01 presentó valores de tasa de mortalidad poco usuales en condiciones normales (78,51 %), considerándolas como una mortalidad catastrófica si presentan valores > a 5 % lo que ocasionaría cambios más significativos en el bosque (Londoño y Jiménez, 1999), como se aprecia en la Figura 7.3.

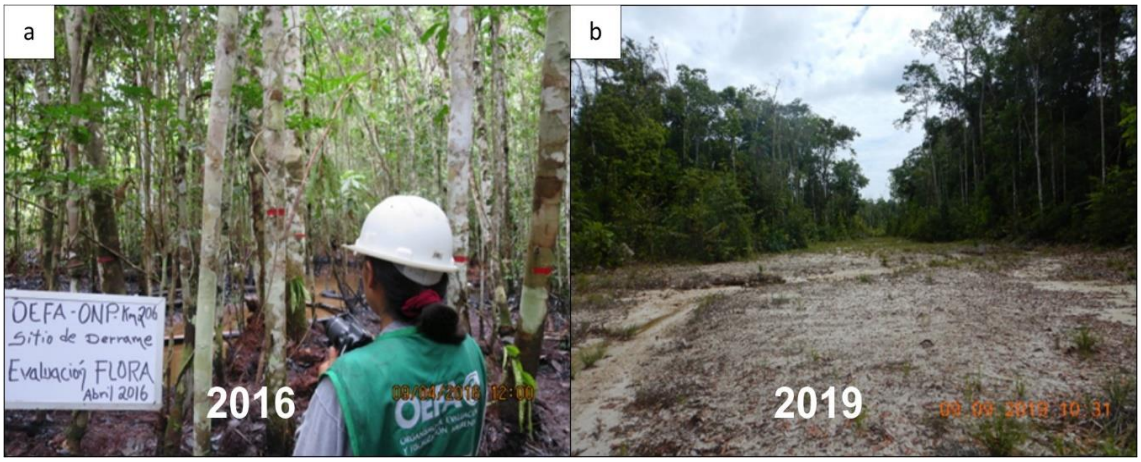


Figura 7.3. Dinámica de la parcela en área impactada CA-DE-01 entre 2016 y 2019**: a.** CA-DE-01 el 2016; **b.** CA-DE-01 el 2019

El reclutamiento de árboles muestra la capacidad que tiene el bosque de recuperarse rápidamente y mantener la estabilidad ecológica del ecosistema (Ramirez *et al*. 2002), en ese sentido el valor de la tasa de reclutamiento de la parcela CA-BL-01 (2,33 %) está dentro

de los rangos promedio registrado por Londoño y Jimenez (1999) y Nebel *et al*. (2000) en Loreto, del mismo modo coincide con lo registrado por Phillips *et al*. (2007) en las parcelas evaluadas en Tambopata (2,16 % y 2,66 %). Al realizar una comparación entre la tasa de reclutamiento de ambas parcelas blanco e impactada (CA-BL-01 y CA-DE-01 respectivamente), estas evidencian una diferencia marcada (2,33 % y 12,57 %), considerando la tasa de reclutamiento de la parcela CA-DE-01 completamente anómalo y catastrófico en condiciones normales (Figura 7.4).

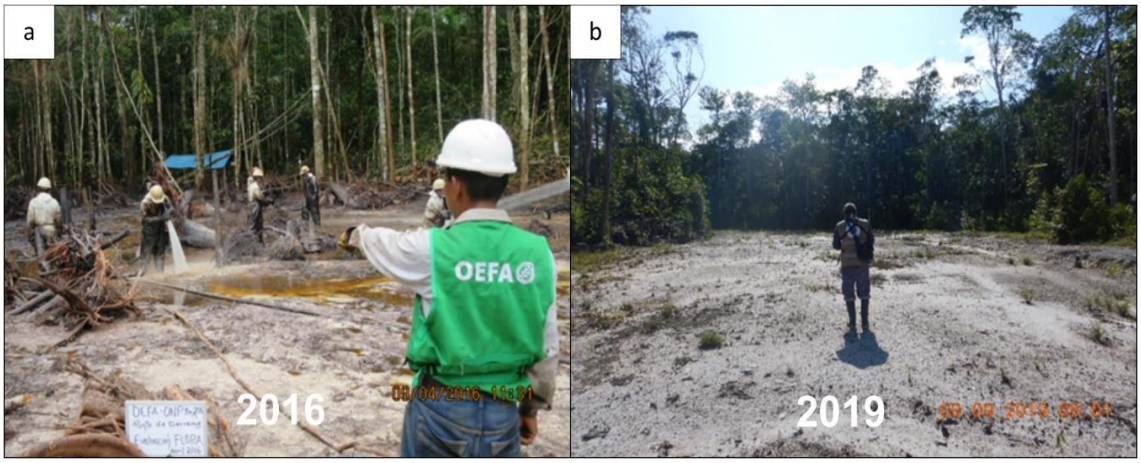


Figura 7.4. Dinámica de la parcela en área impactada CA-DE-01 entre 2016 y 2019: **a.** Limpieza de hidrocarburo y desbroce - deforestación el 2016; b**.** Área afectada sin vegetación el 2019

Teniendo en consideración la tasa de mortalidad y reclutamiento de ambas parcelas, estos valores han tenido repercusión en la tasa de reemplazo. Es así que, los valores registrados para la tasa de reemplazo en la parcela CA-BL-01 (1,93 %) se encuentra dentro del rango de diferentes estudios, entre los que destacan Phillips y Gentry (1994); Gentry (1994) y Phillips *et a*l. (2004). Sin embargo, para la parcela CA-DE-01 la tasa de reemplazo es completamente distinta y mayor (45,54 %) considerándose como catastrófico, ello influenciado evidentemente por el efecto de la deforestación como consecuencia de la limpieza de las zonas con hidrocarburo.

La estructura arbórea (clase diamétrica) de la parcela CA-BL-01 para ambos años de evaluación (2016 y 2019) no registran una variación notable, ya que ambas mantienen la abundancia y cantidad de especies muy similares, mostrando en ambos años una distribución que asemeja una J invertida típico de bosques primarios (Figura 7.5), lo que infiere que, la comunidad estudiada en el área blanco es auto regenerativa. Además, la tendencia de la curva en forma de J invertida, señala que la comunidad vegetal se encuentra en proceso dinámico normal, tal como lo señala Arruda *et al.* (2011) y Hernández-Stefanoni *et al.* (2011).

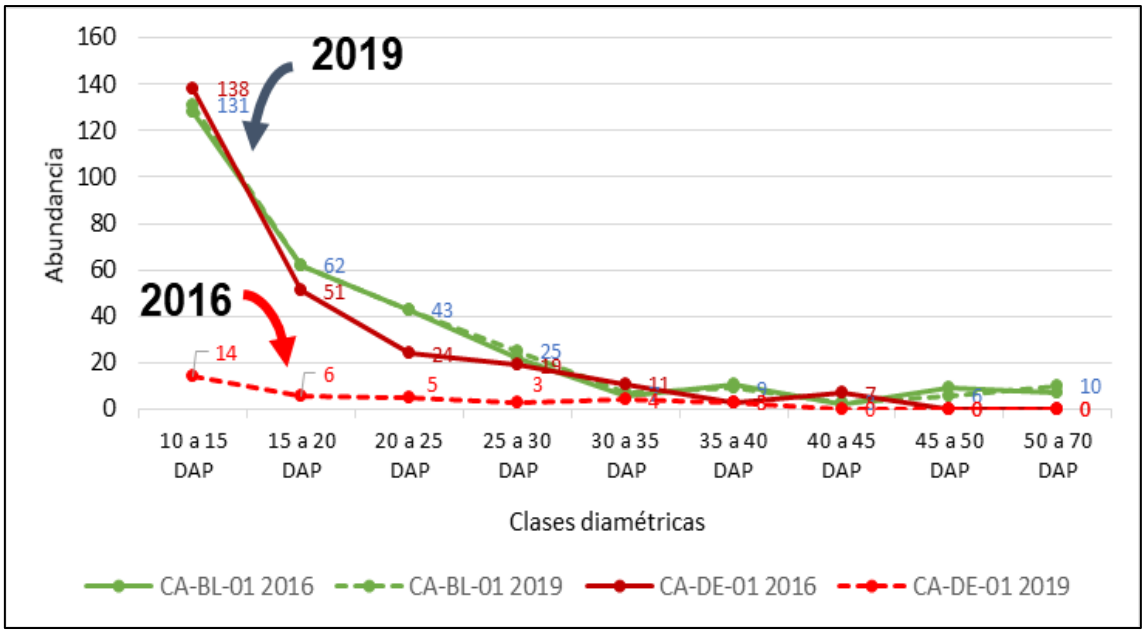


Figura 7.5. Dinámica de la clase diamétrica (estructura) entre parcelas 2016 y 2019

La parcela CA-DE-01 según los resultados de la evaluación realizada el 2019 con respecto al 2016 evidenció un cambio drástico de perdida de especies y sus abundancias, como consecuencia de ello los diámetros reflejan una distribución casi lineal (Figura 7.5), completamente distinta a una J invertida. Esta relación anormal de la distribución diamétrica, es claramente a consecuencia de la degradación del bosque (acciones de limpieza de hidrocarburo y del derrame) y por ende una insuficiente auto regeneración, lo cual compromete la capacidad potencial de la densidad y estructura del bosque (Madeira *et al.* 2009, Tarrasón *et al.* 2010).

Según estudios realizados por Malhi *et al*. (2006) y Baker *et al*. (2004) indican que la biomasa varía entre 250 y 350 Tn ha^{-1}; en cambio de acuerdo con los mapas de biomasa de la región oeste de la Amazonía (Saatchi *et a*l. 2007) la biomasa se encuentra en el rango de 200 a 300 Tn ha^{-1}. Estos valores publicados se diferencian con los valores obtenidos en este estudio (2016 y 2019), que reportan 111,81 Tn ha^{-1} (2016) y 19,4 Tn ha^{-1} (2019) en la parcela con derrame (CA-DE-01) y, 192,31 Tn ha^{-1} (2016) y 209, 4 Tn ha^{-1} aproximadamente en la parcela blanco (CA-BL-01) como se detalla en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Biomasa aérea almacenada en diferentes lugares y por diferentes investigadores

Lugares	Biomasa (T - ha^{-1})	Biomasa (T - $ha^{-0,5}$)	Referencia
km 206+035 ORN (CA-BL-01)	192,32 – 209,4	96,16 – 104,7	OEFA 2016*
km 206+035 ORN (CA-DE-01)	111,8 - 19.4	55,9 – 9,7	OEFA 2016*
Oeste de amazonia en tierras bajas de Ecuador, Perú y Colombia	150 - 300	75.0 - 150.0	Saatchi *et al*. 2007
Amazonía central y regiones este y norte incluyendo las Guyanas	≥300	≥ 150	
Región sur y limite noroeste de la Amazonía	≤200	≤100	
Oeste de la Amazonía	200 - 250	100 - 125	Malhi *et al.*, 2006
Bosques en región central de la amazonia y Guyanas	≥ 350	≥ 175	
Bosques de Selva Baja, Perú	216,96 – 299,20	108,48 – 149,6	Baker *et al.* 2004a

Lugares	Biomasa ($T - ha^{-1}$)	Biomasa ($T - ha^{-0,5}$)	Referencia
Tambopata, Perú	298 ± 51	149 ± 51	

(*) Informe N° 153-2016-OEFA/DE-SDCA

El incremento de la biomasa en la parcela blanco CA-BL-01 se ve demostrado en la ganancia de biomasa reportada el 2019, que indica una diferencia positiva, lo cual es consistente con lo mencionado por Phillips *et al*. (2009b), en base a sus investigaciones, donde asegura que los bosques funcionan como sumidero de CO_2 y que lo almacena en forma de biomasa.

Analizando los valores de la biomasa en la parcela CA-DE-01 correspondiente al 2016 y 2019, registran una diferencia negativa (perdida de biomasa); es evidente que esta pérdida es consecuencia de la afectación por derrame de hidrocarburo y las actividades de limpieza «protocolos agresivos» de los mismos, los cuales afectan la diversidad, abundancia y estructura de los bosques, y provocan una reducción de la biomasa descendiendo de 111,8 Tn ha^{-1} a 19,4 Tn ha^{-1}. Estimaciones realizadas por *Intergovernmental Panel On Climate Change* (IPCC) en los últimos años han demostrado con estudios previos (Llerena, 1991) que los cambios en el clima y la concentración de dióxido de carbono (CO_2) afectan la estructura y función de las interacciones ecológicas de las especies, los ecosistemas, así como su distribución geográfica.

En la evaluación de las 2 parcelas el 2016, se registró un total de 12 especies que están al menos en alguna categoría de amenaza, ya sea nacional o internacional. Mientras tanto, para el 2019, el número de especies en categoría de amenaza se ha incrementado a 55 especies, principalmente los categorizados por la IUCN (2019) (44 especies en categoría LC). Sin embargo, cabe mencionar que la especie *Minquartia guianensis* (categorizada como especie casi amenazada «NT» al 2019) fue registrada como muerto en la parcela CA-DE-01. Estos resultados muestran la importancia de no alterar estos ecosistemas, ya que dentro de ellos guardan especies de importancia forestal, alimenticia, económica y ecológica, especies que forman parte del equilibrio que existe entre ellas y su medio que lo rodea

7.2.2. Estado actual de la vegetación en el área afectada por el derrame ocurrido el 2016.

Los resultados de las 7 parcelas evaluadas en el área impactada por el derrame ocurrido en el km 206+035, enfocadas a determinar el estado de la vegetación (brinzales, latizales y fustales – Figura 7.6) desde el km 0+000 al km 7+100 (zona A) y en el km 7+100 al 12+100 (zona B) el 2019, muestran a las familias: Melastomataceae, Fabaceae, Rubiaceae, Cyperaceae, Hypericaceae, Euphorbiaceae, Arecaceae, Sapotaceae, Annonaceae, Marantaceae y Myristicaceae como las más abundantes. La presencia de estas familias coincide con la mayoría de los estudios amazónicos enfocados a evaluar la regeneración de bosques amazónicos como detalla Baker *et al*. 2015; Gentry (1988a) y Phillips *et al*. (1994) , en los efectos sobre la diversidad y estructura de los diferentes tipos de perturbación, así como, la dinámica de las especies.

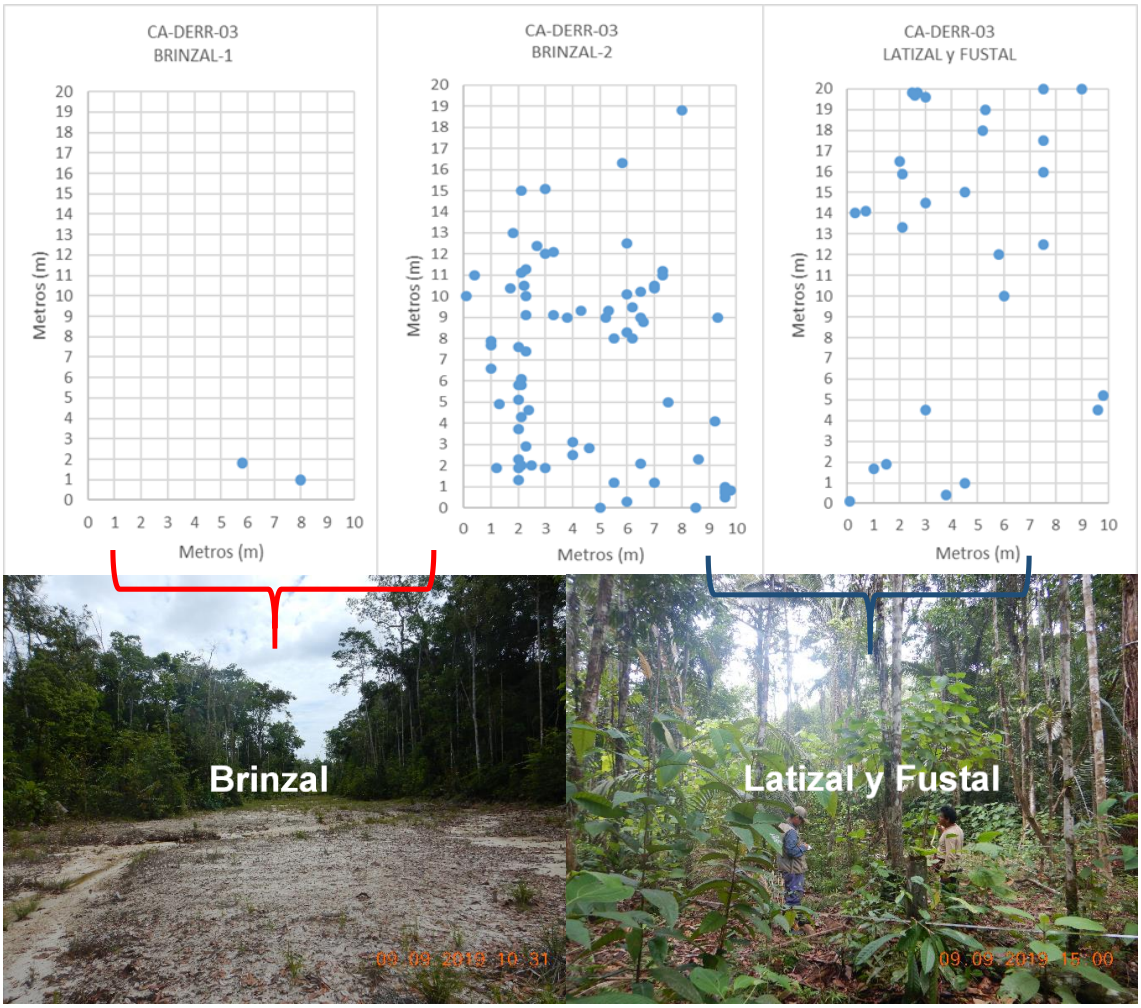


Figura 7.6. Estratos de la regeneración (brinzal, latizal y fustal) en parcela CA-DERR-04 el 2019

Se registraron en total 1109 individuos evaluados en las 7 parcelas, pertenecientes a 150 géneros y 247 especies. Baker *et al*. 2015, analiza los géneros más abundantes y dominantes en parcelas con perturbación, coincidiendo con los géneros Miconia, Vismia, Tachigali, Tococa, Faramea, Iryanthera, Hevea, Geonoma, Aparisthmium y Cecropia, como los 10 géneros con mayor abundancia, destacando Miconia, Vismia, Tachigali, Tococa,

Aparisthmium y Cecropia como especies pioneras de bosques perturbados. Asimismo, estos géneros son los reportados por Phillips y Miller (2002) en los transectos evaluados en toda la amazonia de Sudamérica, los cuales incluyen individuos mayores a 2,5 de diámetro.

El tema de regeneración de bosques en áreas degradadas (impactadas), toma hoy día una importancia que hace algunos años no la tenía, básicamente por situaciones como la degradación del paisaje, y porque se ha revalorizado el bosque como agente del cual se obtiene una serie de beneficios para la sociedad local (alimento silvestre) y en particular lo concerniente con la biomasa y captura de carbono como servicios eco-sistémicos (sociedad en general).

Como en toda formación vegetal de la amazonia, los sistemas silviculturales basados en la regeneración natural, obedece a la presencia adecuada de una reserva de especies de los estratos brinzales y latizales. En ese sentido, el resultado de la evaluación en las 7 parcelas y sus diferentes estratos es variable tal como detalla la Tabla 7.3. Es así que, las parcelas CA-DERR-01 y CA-DERR-02 registraron individuos únicamente en la categoría brinzal (brinzal-1 y brinzal-2), lo que evidenció la presencia de áreas descubiertas tal como se observa en la Figura 7.7. Teniendo como referencia que cada parcela esta distanciada en 1000 m aproximadamente, se puede inferir que desde el km 0+000 al km 2+500 no se registra planes adecuados de reforestación (Figura 7.8).



Figura 7.7. Área que muestra los estratos evaluados en las parcelas: **a**. CA-DERR-01 y **b**. CA-DERR-02

Tabla 7.3. Abundancia de individuos en las 7 parcelas de regeneración (zona A y zona B)

Parcelas	Estratos de regeneración natural			
	Brinzal-1	Brinzal-2	Latizal	Fustal
CA-DERR-01	164	56	1	0
CA-DERR-02	100	0	0	0
CA-DERR-03	2	73	14	14
CA-DERR-04	1	53	20	19
CA-DERR-05	0	74	11	18
CA-DERR-06	0	163	21	23
CA-DERR-07	6	226	29	21

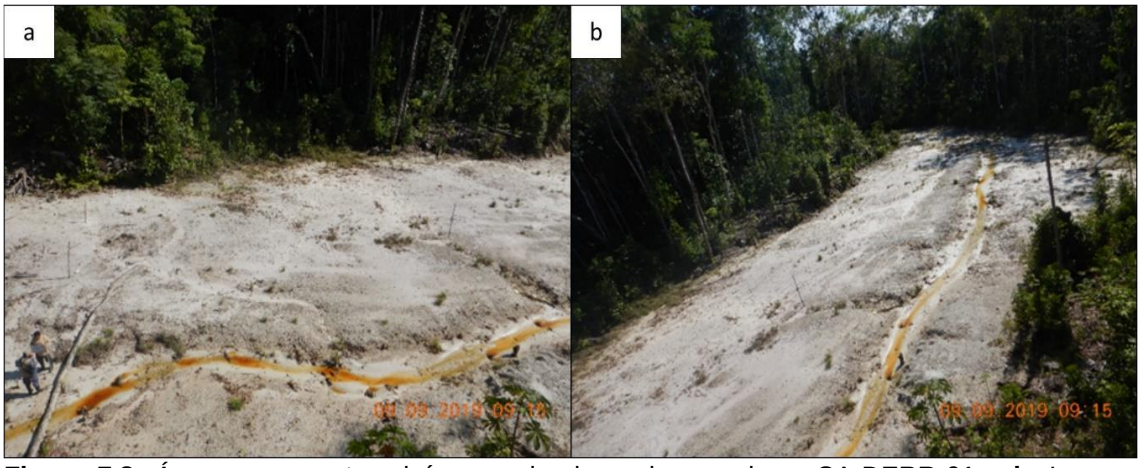


Figura 7.8. Área que muestra el área evaluado en la parcela **a**. CA-DERR-01 y **b**. Imagen panorámica de aproximadamente 500 metros.

Del mismo modo, las abundancias en las parcelas CA-DERR-03, CA-DERR-04 y CA-DERR-05 evidenció mayor presencia de individuos en los estratos brinza-2, latizal y fustal, donde, de manera gradual, los estratos latizal y fustal aún se mantienen en pie como se observa en la Figura 7.9, lo que muestra, que mientras más nos alejamos del km 2+500 pareciera que la agresividad en la limpieza del hidrocarburo fue menor. Sin embargo, la ausencia del estrato brinzal (brinzal-1) refiere la falta de *stock* (reserva) de plántulas que garantice la auto regeneración del bosque en el tiempo.



Figura 7.9. Fotos panorámicas de la parcela CA-DERR-04
a. Área que muestra evaluación de la parcela CA-DERR-04 y presencia de los estratos latizal y fustal; **b.** Corta de especies de gran diámetro (fustales) y deforestación a lo largo de la quebrada.

Las parcelas ubicadas en la zona B (CA-DERR-06 y CA-DERR-07) registran el mismo patrón de las parcelas CA-DERR-04 Y CA-DERR-05, es decir, incremento de individuos del estrado latizal y fustal, especialmente del estrato fustal (Tabla 7.3). Sin embargo, se evidenció la presencia de especies de este estrato (fustal) muertos en pie, lo que indicaría el efecto colateral de la afectación por hidrocarburo y la deforestación como consecuencia de la limpieza del mismo, ya que muchas especies de flora no soportan varias horas de sol directo (esciofitas), del mismo modo, especies que no soportan estar todo el tiempo en sombra (heliofitas efímeras o heliófitas durables), ambas situaciones causarían estrés fisiológico en la fisiología de la planta y por ende causaría su muerte.

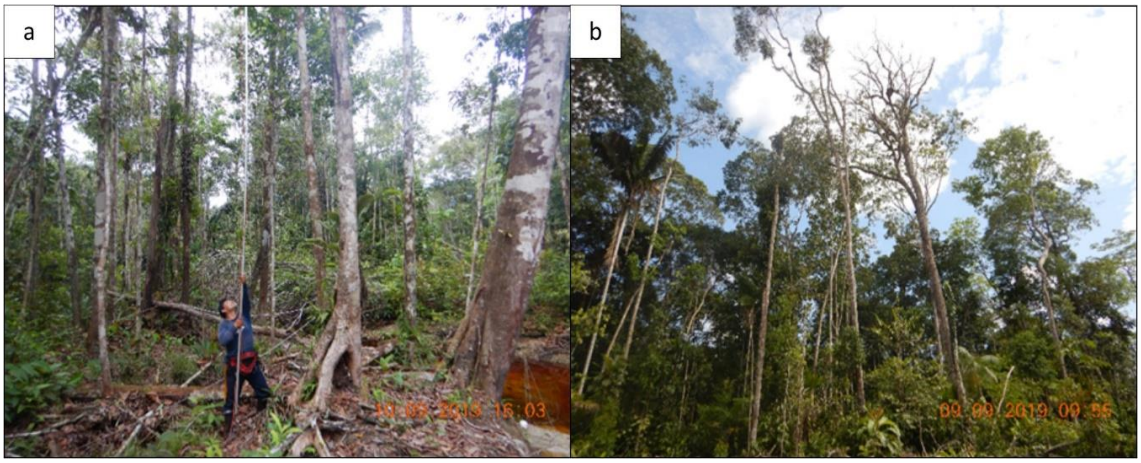


Figura 7.10. Fotos panorámicas de la parcela CA-DERR-06
a. Área que muestra evaluación de la parcela CA-DERR-06 y presencia de los estratos latizal y fustal; **b**. Presencia de especies fustales muertos en pie a lo largo de la quebrada afectada.

Los métodos naturales de regeneración natural en los bosques cercanos al área impactada con hidrocarburo, estarán determinados principalmente por las nuevas condiciones climáticas adoptadas como consecuencia de la deforestación. Según cifras del Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF), si la tendencia de aumento de la temperatura se mantiene, en el año 2030 un 60 % de la selva amazónica podría estar en peligro de desaparecer «por diferentes eventos, como los incendios en la amazonia, áreas de cultivo, entre otras». Éstas condiciones modifican la composición florística de un determinado lugar y, por ende,

establecen el tipo de vegetación que se presenta en áreas impactadas, en este caso por afectación por hidrocarburo.

Otros impactos en los ecosistemas asociados al derrame de hidrocarburo a partir del Km 206+035 del ORN que fueron evidenciados en la evaluación del 2019 son: i) la deforestación por corta y tala de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas «uso del recurso maderable para implementar estructuras como viviendas y plataformas que facilite el traslado de materiales, equipos y suelo contaminado»; y ii) apertura de accesos «tipo trocha carrozable» para movilidad de maquinaria pesada y otros. Teniendo como consecuencia la perdida de áreas boscosas directa e indirectamente relacionado a las actividades de limpieza del hidrocarburo como se observa en la Figura 7.11.

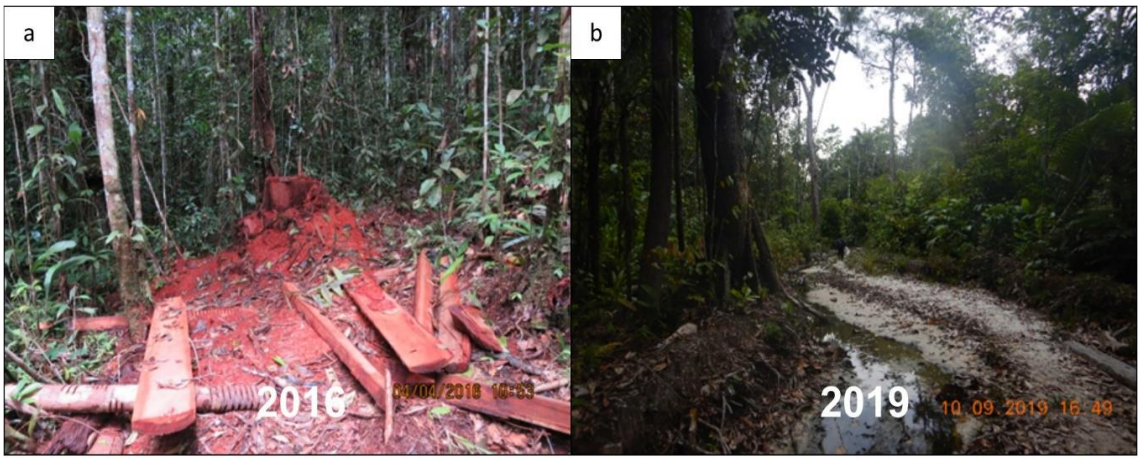


Figura 7.11. Impactos asociados al derrame de hidrocarburo km 206+035
a. Corta y tala de especies arbóreas de gran diámetro en área sin impacto el 2016 y **b**. Presencia de accesos creados «tipo trocha carrozable» para maquinaria pesada.

Además, se evidenció el corte «talado» de la especie arbórea *Calophyllum brasiliense* (Calophyllaceae), conocido localmente como lagarto caspi, especie que formaba parte de la parcela permanente CA-BL-01 (blanco) y que tenía por objeto monitorear y estimar la dinámica de estos bosques. Como consecuencia de la corta «tala» de esta especie *Calophyllum brasiliense*, se ha desencadenado un evento de muerte múltiple, es decir, a consecuencia de este evento murieron otras especies arbóreas de la misma parcela «quebradas o rotas», entre ellas *Oenocarpus bataua* «Ungurahui» placa 84 y *Macrolobium bifolium* «pata de vaca» placa 92 (Figura 7.12).



Figura 7.12. Evidencias de espeices coratdas dentro de la parcela blanco **a**. Árbol vivo con placa 76; **b**. Corta «tala» de *Calophyllum brasiliense* con placa 77 y **c**. Árboles muertos (placas 84 y 92) quebrados por árbol de placa 77.

Las estimaciones respecto a la tasa de mortalidad y recambio en la dinámica de estos bosques (también estimaciones de biomasa), han podido ser afectados por este evento, provocando una reducción de la biomasa de forma no natural de 3,42 T ha^{-1}, conllevando a valores de recambio anómalos respecto a otros estudios.

Una de las grandes causas que afectan el ecosistema es la deforestación y transformación de bosques prístinos a bosques secundarios no aprovechables como «abandono de suelos, que inicialmente tuvieron fines agrícolas y pecuarios», entre otros. Asimismo, debido a la perturbación, fragmentación, transformación y usos más intensivos del suelo, se ha generado pérdida de biodiversidad, creación de ecosistemas aislados sin redes de conectividad (construcción de accesos) con alta presión antrópica, amenazados también por la tala ilegal, minería artesanal, expansión agrícola, entre otros factores señalados en varios documentos de la FAO, 2016 «Los bosques y el cambio climático en el Perú», a la cual se suman otras actividades como la construcción de infraestructura para el desarrollo urbano y de comunicaciones, la explotación minera y petrolera (Minam, 2010).

7.3. Fauna silvestre - Anfibios y reptiles

La amazonia concentra la mayor biodiversidad del planeta, constituyendo un refugio para muchas especies de flora y fauna silvestre ; asimismo, juega un papel crucial en la regulación de clima global y en el mantenimiento de muchos servicios ecosistémicos (Foley *et al*., 2007). Sin embargo, diferentes factores antropogénicos han sido implicados en el declive de este ecosistema, poniendo en riesgo el equilibrio de los procesos en la naturaleza (Laurance *et al*., 2000).

Dentro de los organismos más abundantes y diversos en la amazonia se encuentran los anfibios y reptiles, organismos clave en el correcto funcionamiento del ambiente (Navas y Otani, 2007); no obstante, sus poblaciones vienen siendo afectadas por los cambios que se producen en el ambiente, siendo la contaminación, deforestación y fragmentación de hábitats sus principales amenazas (Catenazzi y von May, 2014). En ese sentido, los diferentes proyectos de inversión que se vienen desarrollando en la amazonia podrían estar provocando impactos que no han sido investigados en todo su alcance, necesitándose de estudios detallados al respecto.

La presente evaluación estuvo enfocada en la determinación del estado actual de las especies de anfibios y reptiles debido al derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano el 3 de febrero del 2016, para lo cual se establecieron 2 áreas de evaluación: área impactada y área blanco (Figura 7.13).

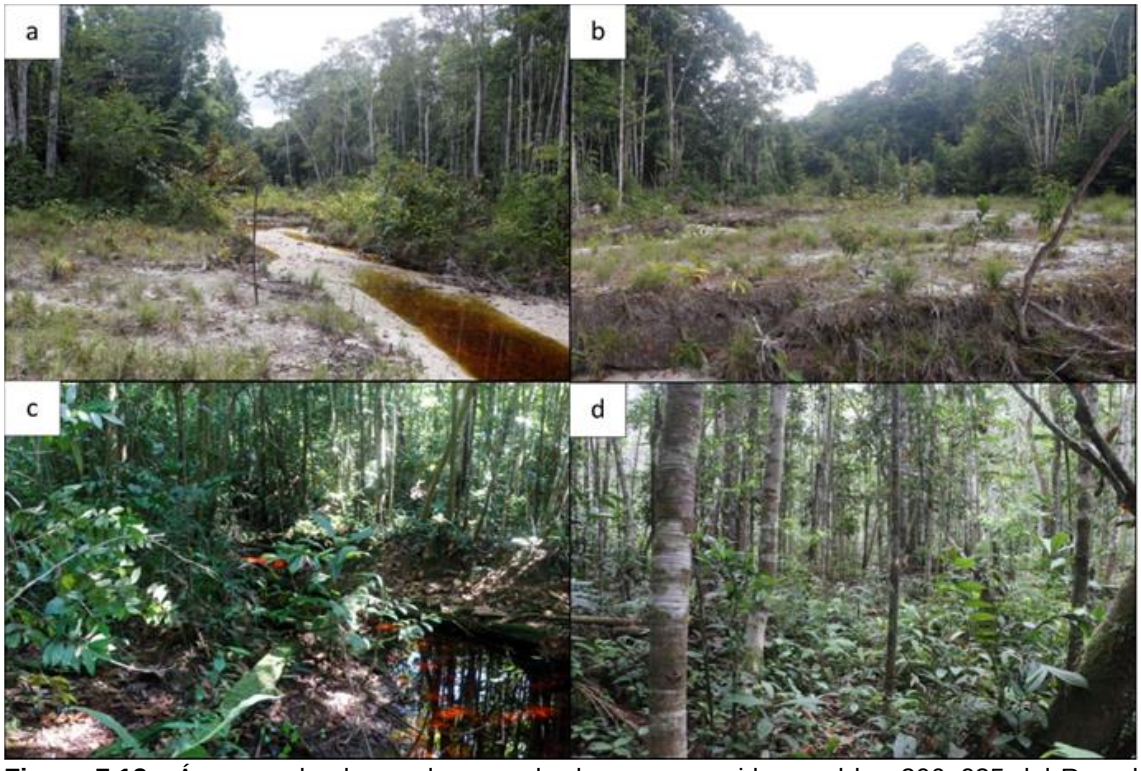


Figura 7.13. Áreas evaluadas en la zona de derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP
Nota: a y b Área impactada, **c y d** Área blanco.

Como resultado de la evaluación se registraron un total de 19 especie de anfibios, siendo las especies *Pristimantis* cf. *carvalhoi* «Cutín de Carvalho» y *Pristimantis luscombei* «Cutín de Loreto» los más abundantes en toda el área de evaluación. Por su parte, dentro de los 8 reptiles registrados, *Kentropyx pelviceps* «Lagartija del bosque» fue la especie con los mayores valores de abundancia (Figura 7.14).



Figura 7.14. Especies de anfibios y reptiles más abundantes registrados en el área afectada por el derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP
a. *Pristimantis* cf. *carvalhoi* «Cutín de Carvalho», **b**. *Pristimantis luscombei* «Cutín de Loreto» y **c**. *Kentropyx pelviceps* «Lagartija del bosque».

Los anfibios son organismos que se encuentran directamente relacionados a los cuerpos de agua, siendo en muchos casos, lugares donde completan sus ciclos reproductivos. En ese sentido, algunas de las especies registradas, como es el caso de *Osteocephalus planiceps*, presentan diferentes estadios de renacuajos, que las desarrollan en las quebradas y afluentes evaluados, de modo que puedan completar su desarrollo de manera natural (Jungfer, 2014). Durante las evaluaciones, se pudo registrar la presencia de renacuajos de diferentes estadios en los cursos de agua evaluados, tal como se observa en la Figura 7.15.

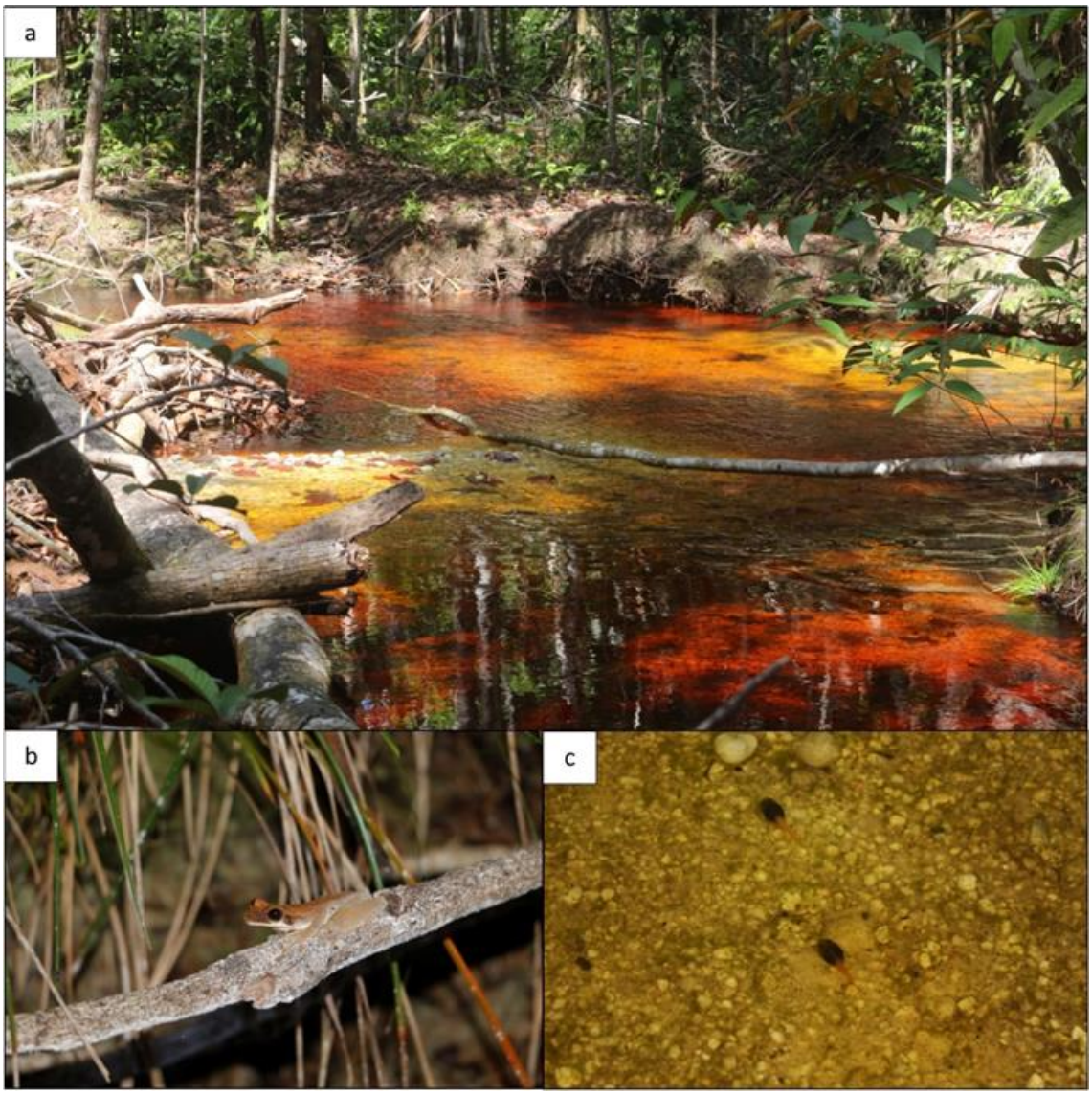


Figura 7.15. Cuerpos de agua utilizados por los anfibios para completar sus ciclos reproductivos **a.** Quebrada Sin Nombre, **b.** *Osteocephalus planiceps* perchando sobre rama cercana a la quebrada Sin Nombre, **c**. Renacuajos observados trasladándose en los cuerpos de agua.

Por otro lado, los anfibios más abundantes *Pristimantis* cf. *carvalhoi* y *Pristimantis luscombei*, presentan un desarrollo de tipo directo, donde no existe una fase larvaria (renacuajo), por lo que no se encuentran asociados a los ambientes acuáticos para completar su ciclo biológico (Duellman y Lehr, 2009); no obstante, la abundante vegetación de los alrededores permite el establecimiento de sus poblaciones en toda el área de evaluación de forma óptima. Del mismo modo, los reptiles hacen uso directo de las quebradas y afluentes en busca de su alimento (anfibios, peces, entre otros), registrándose muchas especies trasladándose en los alrededores, resaltando la presencia de *Paleosuchus trigonatus* «caimán de frente lisa» en los cuerpos de agua evaluados (Figura 7.16).



Figura 7.16. *Paleosuchus trigonatus* «caimán de frente lisa» registrado en los cuerpos de agua evaluados

Respecto a las áreas de evaluación, la diversidad de especies varió de acuerdo al tipo de organismo en estudio; por un lado, la riqueza de anfibios fue ligeramente mayor en el área impactada que en el blanco, en cambio, la abundancia fue marcadamente mayor en el área blanco. Por otro lado, los reptiles presentaron mayor diversidad y abundancia en el área blanco.

Estos resultados responden principalmente a las diferencias en la cobertura vegetal de ambas áreas en estudio. La abundante vegetación que se presenta en el área blanco permite la presencia de muchas especies de anfibios y reptiles, las cuales encuentran en estos ambientes, hábitats idóneos para desarrollar sus actividades diarias de forma óptima (alimentación, reproducción, entre otras). Mientras que, el área impactada (quebrada Sin Nombre) presenta desforestación en los bordes a lo largo de su recorrido, producto de los trabajos de limpieza realizados, los cuales ampliaron el cauce natural de este cuerpo de agua, influyendo directamente en la presencia y abundancia de los anfibios y/o reptiles.

La presencia de algunas especies en el ambiente permite identificar cambios en el ecosistema, de manera que pueden actuar como indicadores de la calidad ambiental, siendo los anfibios un grupo con características ecológicas ideales para evaluar y monitorear los cambios que se producen en el ambiente de forma temporal y espacial (Navas y Otani, 2007). En ese sentido, el registro de los anfibios *Vitreorana ritae* «rana de cristal de puntos negros» y *Ranitomeya variabilis* «sapito venenoso de líneas amarillas» en el área blanco (Figura 7.17), pueden ser considerados como indicativos del buen estado del bosque, ya que estas especies habitan ambientes con poca perturbación y con cobertura vegetal abundante (AmphibiaWeb, 2019) .



Figura 7.17. a. *Vitreorana ritae* «rana de cristal de puntos negros», **b.** *Ranitomeya variabilis* «Sapito venenoso de líneas amarillas»

El informe N.° 153-2016-OEFA/DE-SDCA producido como parte de la evaluación ambiental del derrame ocurrido en esta área, registra la presencia de herpetofauna afectada directamente por el hidrocarburo de petróleo, evidenciando el daño causado a las poblaciones que habitan en las cercanías de la quebrada Sin Nombre. Esta afectación y posteriores trabajos de limpieza, habrían alejado a las poblaciones de anfibios y reptiles de esta área, hacia lugares con mayor cobertura vegetal dentro del bosque. No obstante, transcurrido más de 3 años de ocurrido el derrame, los resultados muestran el retorno de algunas poblaciones a estas áreas afectadas, necesitándose estudios periódicos para observar las variaciones en el tiempo.

Respecto al estado de conservación, la mayoría de las especies registradas se encuentran incluidas en la categoría de preocupación menor, datos Insuficientes o no han sido evaluadas por entidades nacionales (D.S. N.° 004-2014-MINAGRI) o internacionales (IUCN 2019). No obstante, las especies *Ranitomeya variabilis* «sapito venenoso de líneas amarillas», *Boa constrictor* «mantona» y *Paleosuchus trigonatus* «caimán de frente lisa» vienen siendo comercializadas sin los controles necesarios que permitan su supervivencia en la naturaleza, por lo que se encuentran incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017). Bajo esta premisa, se debería implementar un plan de monitoreo adecuado para la protección de estas especies en el área de evaluación de modo que permita conocer su estado actual y en el tiempo.

7.4. Fauna silvestre - Mamíferos

El Perú es uno de los países con mayor diversidad de ecosistemas y de especies del planeta. Alberga 84 zonas de vida de las 117 que se reconocen en el mundo, comprendidas en una gran diversidad de climas, geoformas y tipos de vegetación (Minam, 2008). Los mamíferos se encuentran entre los vertebrados de más amplia distribución geográfica a escala global debido a su gran adaptabilidad a variados ámbitos geográficos. Globalmente, los mamíferos también incluyen una gran cantidad de especies amenazadas de forma directa por las actividades humanas en las que se destaca la cacería y la destrucción de hábitats (Dirzo y Legendre, 2014).

Las características geológicas, fisiográficas y climáticas propias del Perú propician que el país posea una gran diversidad de mamíferos, que probablemente supera las 508 especies hasta ahora detectadas en su territorio y que lo ubica entre los 5 países más diversos del mundo en este grupo (Pacheco *et al*., 2009). Sin embargo, los continuos avances de la taxonomía, el descubrimiento y descripción de nuevas especies, y los nuevos reportes de distribución hacen necesaria regular la actualización de las bases de datos que documentan

la diversidad, abundancia, y distribución de mamíferos en el Perú (Jiménez *et al*., 2013, Escobedo y Velazco, 2012).

En el Perú, los inventarios de mamíferos se realizan principalmente en el ámbito de la investigación científica (Pacheco y Arias, 2001). Sin embargo, el incremento de proyectos de inversión en minería, agricultura e hidrocarburos en la última década (Aguirre y Kvist, 2005) han generado demanda de inventarios de mamíferos para las evaluaciones de impacto ambiental. La alta diversidad, la riqueza de endemismos y el alto grado de amenaza de extinción de muchas especies de mamíferos hacen que su detallada evaluación sea una necesidad.

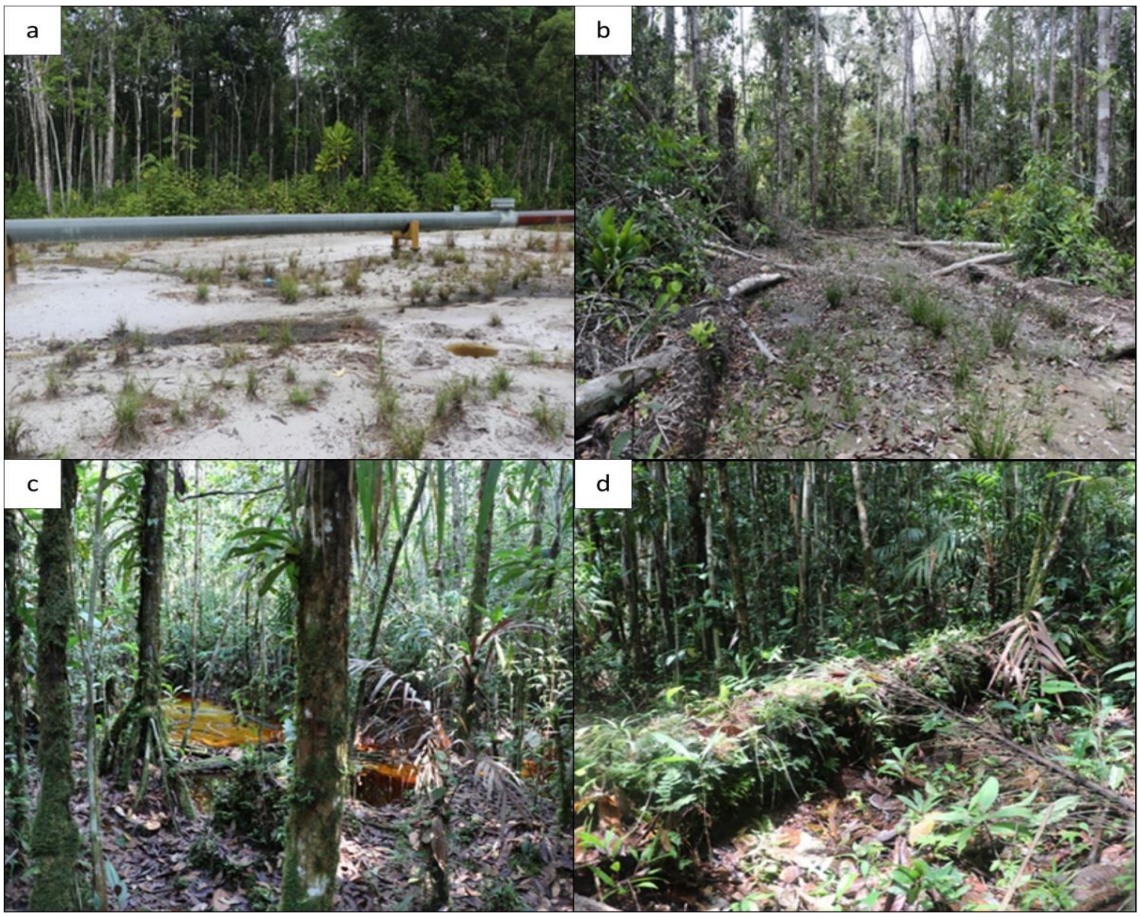


Figura 7.18. Áreas evaluadas en la zona de derrame ocurrido en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP
a y b área impactada, **c y d** área blanco.

En esta evaluación se registraron un total de 12 especies con predominio del orden Rodentia, que reporta 4 especies, este es un valor menor a lo registrado en el monitoreo del 2016, el cual estuvo conformado por 16 especies y de ellas, 5 fueron del orden Rodentia además 5 especies fueron del grupo de carnívoros. Estos resultados solo reflejan lo registrado tanto en el área impactada como en el área blanco para la primera referencia, y del área blanco para el segundo en mención (Figura 7.19).

Es preciso indicar que en el monitoreo realizado en el 2016 las especies de mamíferos silvestres registrados corresponden a registros obtenidos en el área blanco (zona sin afectación).

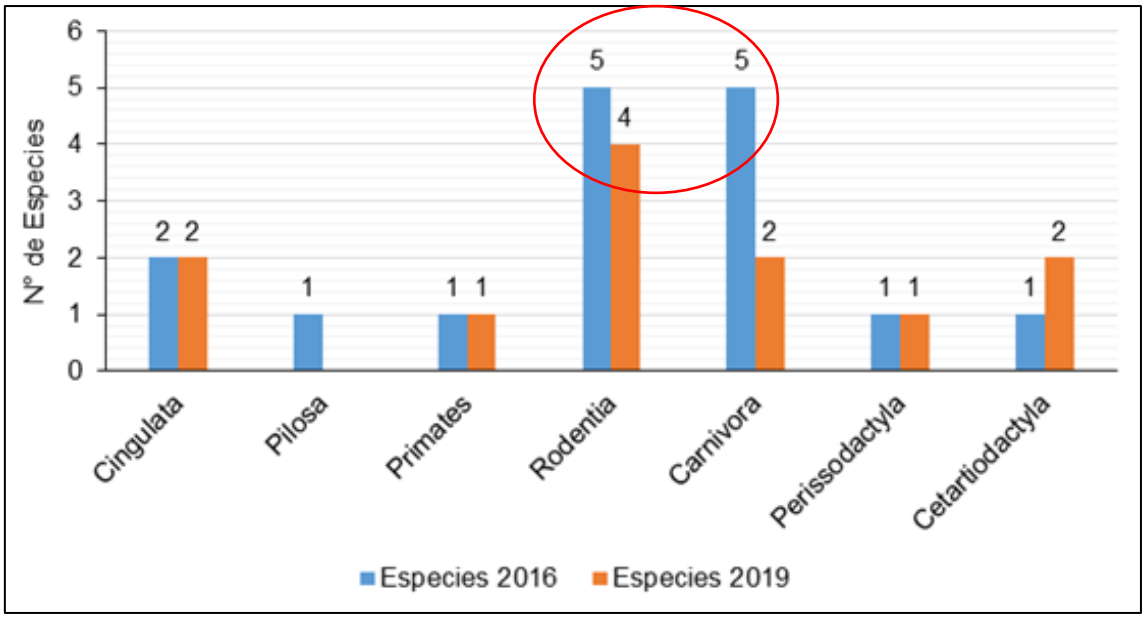


Figura 7.19. Número de especies de mamíferos silvestres por orden registrados en los estudios del 2016 y 2019

En relación a las especies carnívoras se registraron 2 especies de las 5 reportadas en el 2016. Uno de los objetivos de la conservación de los animales carnívoros es que éstos cumplan con su función ecológica de regular a las poblaciones de aquellas especies que constituyen sus presas, impidiendo excesos poblacionales, manteniendo el vigor de las mismas y eliminando a ejemplares viejos y enfermos. Asimismo, estos animales están ligados al control de los mamíferos herbívoros que, a su vez, son depredadores de especies vegetales. Si continuamos con la cadena de procesos ecológicos vemos que las comunidades vegetales influyen en la distribución de polinizadores, aves e insectos. Por lo tanto, cuando se afecta a la comunidad de depredadores se afecta al ecosistema como a un todo. Del mismo modo, cualquier disturbio en el ecosistema impacta a las especies que se encuentran en la cima de la red alimentaria, sobre todo a los carnívoros que son más vulnerables que otras especies (Nallar *et al.* 2008).

La caza de animales silvestres por las comunidades locales asentadas en la zona es una realidad que debe ser aceptada y manejada de manera adecuada (Aquino y Calle, 2003)

En cambio, los roedores son considerados también como un grupo importante, sobre todo las especies medianas como *Cuniculus paca* «majaz», *Dasyprocta variegata* «añuje» y *Myoprocta pratti* «punchana», porque representan una fuente alimenticia sustentable para los pobladores locales (Bodmer y Pezo, 2001), además de ser presas para los felinos del grupo de carnívoros (Figura 7.20).

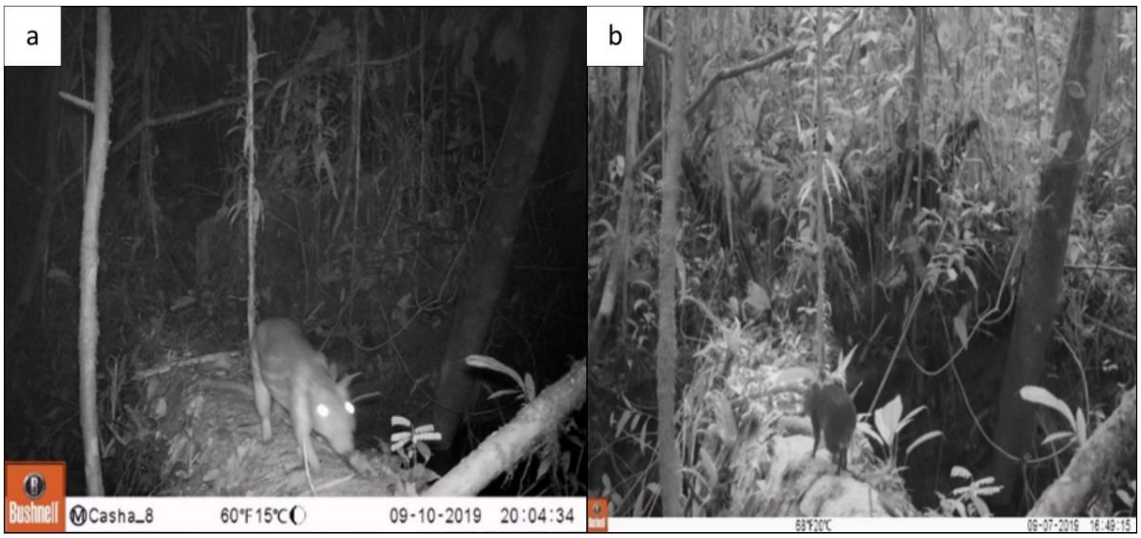


Figura 7.20. Especies de roedores registrados en zona blanco del Km 206+035 del Ramal Norte del ONP.
a. *Cuniculus paca* «majaz» y **b**. *Myoprocta pratti* «punchana» ambos registrados en la cámara trampa Casha 8 en el presente estudio

La presencia de mamíferos en determinadas zonas son indicadores que no existe una alteración, ya que estos son muy susceptibles a factores externos como ruidos y perturbaciones de su hábitat, por lo que ocasionaría su desplazamiento (Pacheco *et al*., 2009). Algunas de estas especies susceptibles son sobre todo carnívoros que no han sido reportados en este estudio, entre ellos se pueden mencionar a *Atelocynus microtis* «sachaperro» el cual es un animal de hábitos terrestres, probablemente diurnos y crepusculares, solitario, que se encuentra en situación de peligro. Es una especie muy rara y poca estudiada pero sus hábitos alimenticios incluyen probablemente batracios, ratas espinosas (*Proechimys* spp.), roedores diversos incluyendo el majaz (Emmons y Feer 1997). Otras especies que se pueden mencionar y que no fueron registradas en esta ocasión fueron *Nasua nasua* «achuni», *Eira barbara* «tayra» y *Leopardus wiedii* «tigrillo», los cuales pueden haberse alejado de la zona por la perturbación del proceso de limpieza del derrame de crudo.



Figura 7.21. Especie rara del orden Carnivora y familia Canidae registrado en zona blanco del Km 206+035 del Ramal Norte del ONP

Atelocynus microtis «sachaperro» ambos registrados en la cámara trampa Casha 8 en el 2016.

Respecto a las zonas de evaluación para este estudio, el área impactada presente en las zonas A y B registraron 5 y 8 especies respectivamente, y en el área blanco (zona A) registró 6 especies en total (Figura 7.22).

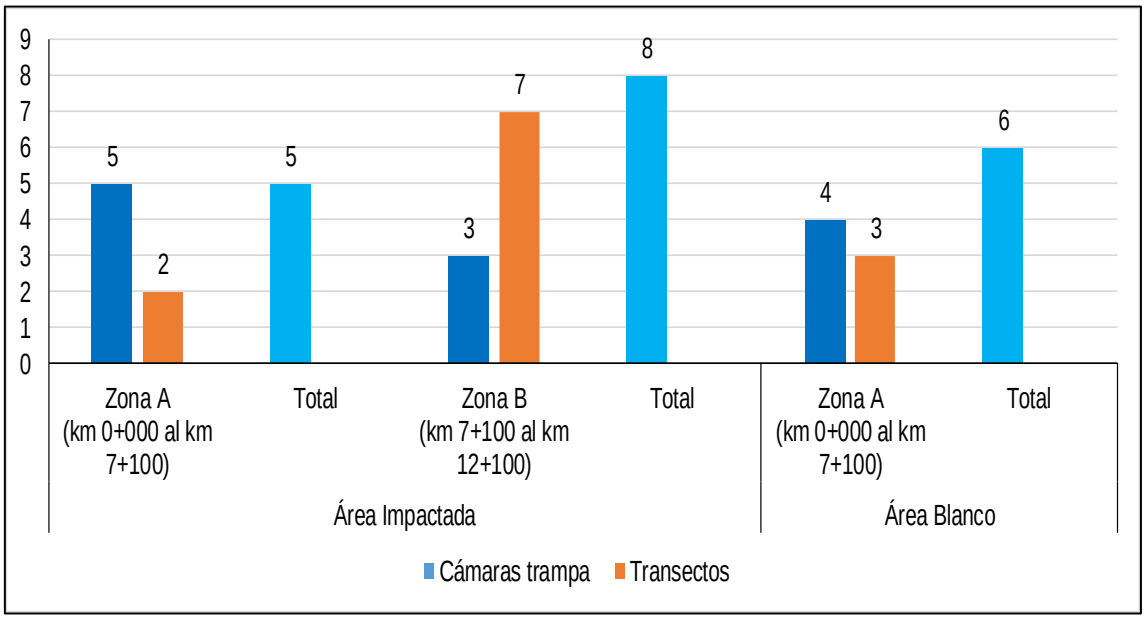


Figura 7.22. Especies registradas por zona y área evaluada en el km 206+035 del Ramal Norte del ONP

Estos resultados no tuvieron la misma dinámica en la evaluación del año 2016 ya que no se obtuvieron registros en el área impactada. Es así que las 16 especies registradas fueron del área blanco.

Una de las causas que puede estar generando la ausencia de ciertas especies de mamíferos es la tala agresiva de árboles en el área de estudio ocasionada para facilitar la limpieza de crudo derramado en el 2016. La apertura de vías de acceso para maquinaria pesada y el no haber tenido evidencias de recuperación de esta a sus condiciones naturales por parte de la empresa responsable (Petroperú S.A.) propician estas condiciones para los mamíferos y la fauna en general (Figura 7.18).

Si bien la presencia de las especies de mamíferos silvestres estaría determinada por la cobertura vegetal que puede ser usada como sitio de forrajeo por las especies, además que la vegetación asociada a los cuerpos de agua provee de sitios de alimentación y madrigueras temporales que pueden ser usadas por estas especies. Además de factores como la disponibilidad de presas, la presencia de árboles y arbustos (cobertura de escape) y variables estructurales propias del bosque bien conservado, el cual debe ofrecer buena cobertura de hojarasca, empleada como cobertura térmica para las diferentes especies (Restrepo y Botero Botero, 2012). Los derrames de hidrocarburos, accidentales o provocados, afectan tanto el suelo como el agua, así como también causan una alteración a la calidad del paisaje (Celis, 2009).

Cuando ocurre un derrame de hidrocarburo de petróleo la evaporación de compuestos volátiles que se encuentran en el suelo y/o aguas subterráneas puede suponer un riesgo de inhalación de contaminantes para las personas y animales y tener diferentes efectos en función de la toxicidad de los compuestos. (Alonso, 2012). Esto también fue una causa que

pudo originar la migración de especies de mamíferos hacia lugares donde estos compuestos no son percibidos en el aire sumado a los suelos cubiertos por trazas de crudo que imposibilitan el desplazamiento normal de los animales en ese momento. Con los registros de algunas de las especies de mamíferos obtenidos en el área afectada se puede suponer que la fauna está en proceso de retorno a la zona en mención. Sin embargo, es necesario el monitoreo por lo menos anual para los mamíferos con el fin de constatar por lo menos el retorno total del número especies registradas entre los 2 estudios, los cuales suman 19 en total

Respecto a este caso, puede que algunas especies de mamíferos con el tiempo y el contacto al crudo puedan sufrir diferentes consecuencias dependiendo de la toxicidad del hidrocarburo de petróleo, temperatura del ambiente y de la capacidad de asimilación de las especies, pudiendo causar bioacumulación, en peces hasta vertebrados terrestres de gran tamaño, como para la sachavaca o el venado, entre otros, los cuales pueden incorporan el hidrocarburo en su dieta, al consumir muchas veces hierba con partículas suspendidas de hidrocarburos que posteriormente serian consumidos por los pobladores a través de estos animales; asimismo puede causar alteraciones en el ciclo biológico de algunas especies (Angeles, 2018).

Los mamíferos son uno de los grupos de vertebrados más importantes desde el punto de vista de conservación y de evaluación ambiental debido a que juegan un papel importante en el funcionamiento de cada ecosistema en el planeta (Tirira, 2007). Los mamíferos mayores participan en procesos como dispersión y depredación de semillas, herbivoría, polinización, actúan como depredadores y presas, y pueden alterar la estructura y composición de la vegetación (Bodmer, 1991; Boddicker *et al*., 2002). Además, son uno de los grupos más rápidamente afectados por la actividad del hombre, lo que ha llevado a muchas especies a estar en listas internacionales CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre) (Unión, Libro Rojo de la UICN Internacional de Conservación de la Naturaleza) y listas de especies amenazadas del gobierno peruano, lo cual obliga a considerar a estas especies en los estudios ambientales.

Entre las especies de mamíferos registrados para este estudio que se encuentran categorizadas en alguna lista de conservación nacional e internacional se reportan a las especies *Priodontes maximus* «yangunturu», *Tapirus terrestris* «sachavaca *Panthera onca* «otorongo». *Lepardus pard*alis «tigrillo» y *Pecari tajacu* «sajino», todas estas especies son consideradas muchas veces como raras o poco frecuentes por lo difícil de ser observadas en campo, y que por su susceptibilidad a perturbaciones antropogénicas tienden a migrar (Figura 7.23). En el área de evaluación no se registró ninguna especie endémica entre los mamíferos mayores.

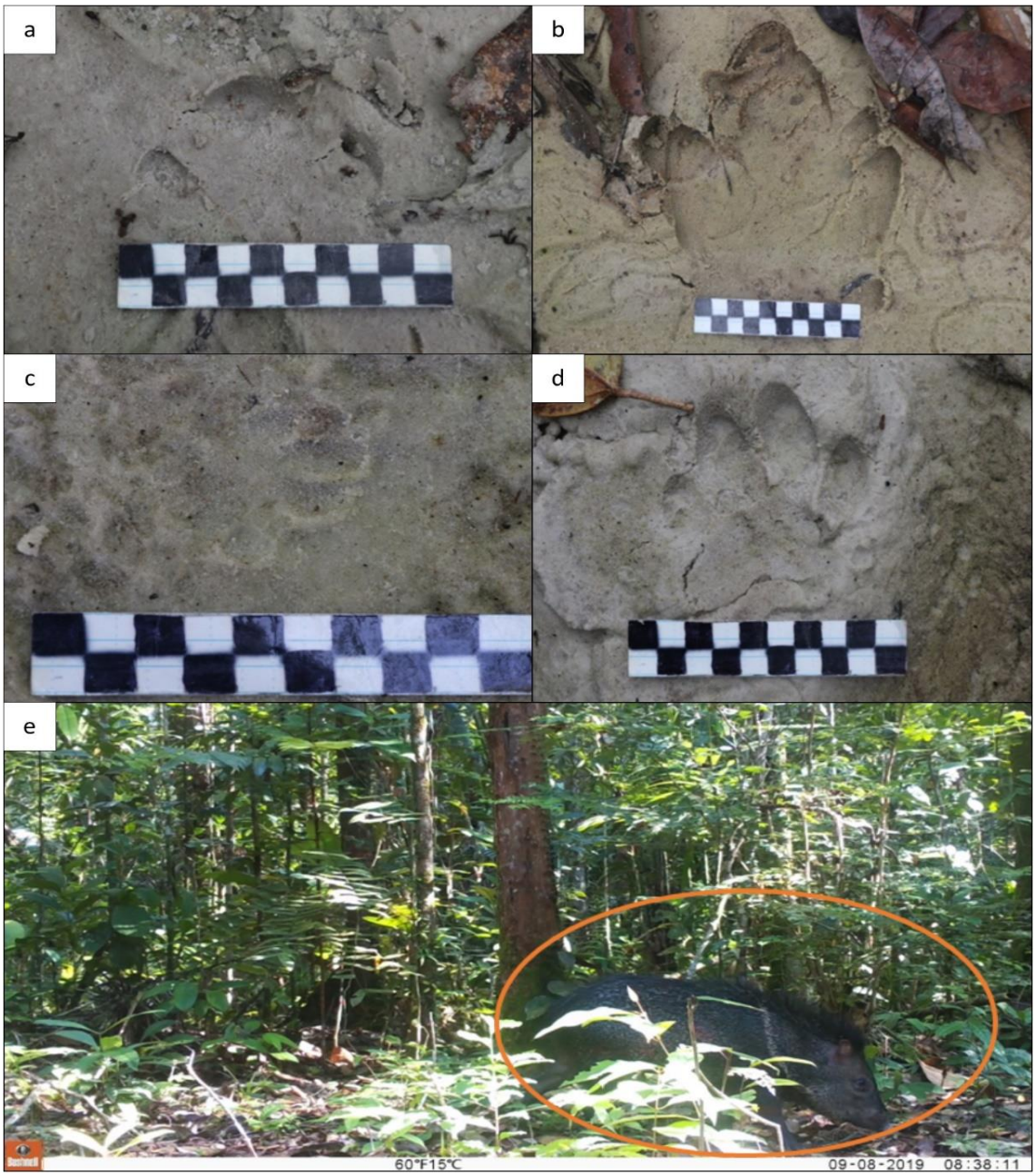


Figura 7.23. Registro de evidencias de especies de mamíferos categorizadas en listas de conservación nacional e internacional en el Km 206+035 del Ramal Norte del ONP

a) Huella de Priodontes maximus «yangunturu» en transecto Ca-Ma2 en área impactada, **b)** Huella de Tapirus terrestris «sachavaca» en transecto Ca-Ma2 en área impactada **c)** Huella de Lepardus pardalis «tigrillo» en transecto Ca-Ma2 en área impactada **d)** Huella de Panthera onca «otorongo» en transecto Ca-Ma2 en área impactad y **e)** Pecari tajacu «sajino» registrado en cámara trampa Casha 7 en área impactada

8. CONCLUSIÓNES

8.1. Comunidades hidrobiológicas

- La Quebrada Cashacaño, a pesar de haber sido afectado por el evento ocurrido en el año 2016, en la actualidad muestra características propias de la llanura amazónica y zonas estacionalmente inundadas, esto se ha visto reflejado en la presencia de macroinvertebrados acuáticos de buena calidad biótica e ictiofauna variada, asociada al contacto continuo con el río Morona, el cual aporta alimentos alóctonos necesarios para el establecimiento, alimentación y/o reproducción de las especies de fauna acuática, lo cual nos indica una recuperación de la zona.

- En el tramo evaluado de la quebrada Sin Nombre, cerca al punto de derrame del año 2016, se observó la deforestación de zonas ribereñas y arroyos pequeños; debido a ello, se encontraron los grupos de macroinvertebrados (hydrophilidae, chironomidae y trichoptera) y una poca riqueza y abundancia de peces que evidencian degradación del hábitat acuático; sin embargo, varios km después en el punto de muestreo 148,MIB,ESP-4, se observó una mejora del hábitat acuático debido a la presencia de grupos catalogados sensibles como Perlidae, Calamoceratidae Leptophlebiidae.

- La cocha Sin Nombre registró las condiciones más desfavorables de los ambientes acuáticos evaluados; por presentar, olor similar al de hidrocarburos y películas iridiscentes propias de hidrocarburos; esto evidencia una degradación del hábitat que se ve reflejada en la presencia y abundancia taxones tolerantes y de amplio espectro de condiciones ambientales de los macroinvertebrados acuáticos, asimismo, los peces registrados también son considerados como tolerantes.

- El río Morona, es el cuerpo de agua evaluado más alejado del evento ocurrido en el 2016, en el punto de muestreo 148,PEC,Mor-1 aguas arriba de la confluencia con la quebrada Cashacaño presentó una mayor diversidad de peces comparado con los demás hábitats acuáticos evaluados; sin embargo, en el punto de muestreo 148,PEC,Mor-2 aguas abajo de la confluencia con la quebrada Cashacaño se observó la presencia de especies tolerantes de peces, de hábitos carnívoros y omnívoros. Con respecto al macrobentos aguas arriba se registraron pocos organismos y aguas abajo no se evidenciaron organismos, esto debido a que no se encontraron los hábitats adecuados para su desarrollo.

8.2. Flora silvestre

- En la evaluación de flora silvestre, la dinámica en estos 2 periodos (2016 y 2019) se observó que la parcela realizada en área blanco mantiene la dinámica propia de un ecosistema tropical, lo cual está corroborado por diversos estudios, en cambio, la parcela en área impactada, la dinámica muestra una gran alteración, producto del derrame ocasionado y de las actividades de contingencia de la eventualidad (limpieza).

- Con respecto al estado actual de la vegetación, observamos que en los primeros kilómetros del derrame, específicamente en la zona A (3 km aproximadamente) la recuperación es menor debido al aplicación agresiva de los protocolos de limpieza, no obstante a medida que se avanza en el área afectada, se observó, que la vegetación muestra una gradual mejora en la regeneración, presentando los 4 estratos en la estructura de bosque (brinzales-1, brinzales-2, latizales y fustales), lo que nos indica un ecosistema en recuperación, no obstante es necesario continuar con los monitoreo para

poder evidenciar de una mejor manera esta potencial recuperación, para lo cual es necesario implementar planes de recuperación y reforestación de la flora.

a) Dinámica poblacional

- Al evaluar la composición florística registradas en las parcelas permanentes y la dinámica de ellas entre el 2016 y 2019, se observó una diferencia considerable entre la composición de especies y la abundancia de ellas en el periodo intercensal de las parcelas blanco CA-BL-01 e impactada CA-DE-01. Es así como, la parcela blanco para el 2019 registró (considerando muertos y reclutas) un total de 295 individuos y 107 especies de 289 y 99 especies registrados el 2016, es decir, para el 2019 se incluyeron 6 individuos y 6 especies.

- Asimismo, los valores para la tasa de mortalidad, reclutamiento y tasa de recambio en la parcela blanco, mantuvo valores similares a los estudios realizados por otros investigadores y en diferentes zonas de la amazonia, demostrando la alta capacidad que tienen los bosques de recuperarse de forma natural, mediante procesos como el reclutamiento y regeneración constante, variables que contribuyen a mantener la diversidad, densidad y estructura en equilibrio a través del tiempo.

- Del mismo modo ocurre en la parcela blanco, respecto a la estimación de la biomasa y su dinámica entre ambos años, ya que los valores de ganancia y perdida de biomasa por reclutamiento y mortalidad, están directamente relacionados a la dinámica de la diversidad y estructura del bosque.

- Lo contrario ocurre para la parcela en área impactada (CA-DE-01) donde la mortalidad de las especies e individuos fue catastrófica, ya que para el 2019 solamente se registró 35 individuos vivos, que corresponde a 23 especies, de 253 individuos y 97 especies registradas el 2016. Estos valores repercutieron directamente en las tasas de mortalidad, reclutamiento y tasa de recambio. Así como en la estimación de biomasa, evidentemente ocasionados por el derrame de hidrocarburo de petróleo y todas las actividades directa o indirectamente relacionadas a la limpieza de estas, en las áreas afectadas.

- El cálculo del índice de valor de importancia (IVI), para ambos años, también está directamente relacionado con la estructura (clase diamétrica), frecuencia, densidad y abundancia de los individuos, es así como, el valor para la parcela blanco no sufre variaciones significativas. No obstante, la parcela en área impactada cambia totalmente, ya que solamente sobrevivieron 35 de 253 especies. Sin embargo, es importante mencionar que, las especies registradas con mayor IVI el 2016, fueron las que sobrevivieron el 2019.

- Las actualizaciones de las listas de especies considerados en alguna categoría de protección, ha variado entre lo registrado para el 2016 y el 2019, ya que estas son revisadas y actualizadas anualmente, principalmente para la IUCN (2019). Es así que, para esta evaluación se incluye 44 especies en categoría LC (preocupación menor). Sin embargo, es importante mencionar que, se perdió la especie Minquartia guianensis (categorizada como NT el 2019) habiéndose registrado como muerto en la parcela CA-DE-01.

b) Estado actual de la vegetación en el área afectada por el derrame ocurrido el 2016

- Los 1109 individuos registrados en la evaluación de flora, para determinar el estado de la regeneración de la vegetación mostró que, las familias más abundantes fueron Melastomataceae, Fabaceae, Rubiaceae, Cyperaceae, Hipericaceae, Euphorbiaceae y Urticaceae, todas ellas típicos de bosques secundarios o en transición, ya que incluyen géneros y especies de crecimiento rápido, tales como Miconia, Tococa, Macrolobium, Tachigali, Faramea, Psychotria, Cyperus y Scirpus. Además de Acalypha y Cecropia como las más abundantes.

- En relación a la abundancia de géneros y especies que están presentes en los diferentes estratos de regeneración (brinzal-1, brinzal-2, latizal y fustal), estas son consistentes en cada parcela, es así que, las 2 primeras parcelas CA-DERR-01 y CA-DERR-02 contienen únicamente los estratos de brinzal-1 y brinzal-2, lo que indica que, en el tramo aproximado del km 0 + 000 al km 2 + 500, la regeneración es mala y que no se evidencia planes de revegetación o reforestación bajo protocolos eficientes.

- Sin embargo, las parcelas subsiguientes CA-DER-03, CA-DERR-04, CA-DERR-05 para la zona A, y las parcelas CA-DERR-06 y CA-DERR-07 para la zona B, muestran una gradual mejora en la regeneración, ya que presentan los estratos brinzal-2, latizal y fustal. Además, se evidencia, que la agresividad en los protocolos de limpieza del hidrocarburo de petróleo fue menor, en relación con las 2 primeras parcelas. Es importante mencionar que, en todas estas parcelas se registraron individuos del estrato fustal, muertos en pie, lo que demostraría, los efectos colaterales del derrame (por la mayor incidencia de luz en algunas especies) conllevándolas a procesos de estrés fisiológico y posterior muerte.

- Finalmente, se identificó otros impactos que estarían aportando a la degradación del ecosistema, actividades de perturbación relacionadas indirectamente al derrame con hidrocarburo propiamente dicho, ya que se evidenció la tala de especies fuera de las zonas afectadas, incluso de individuos arbóreos que forman parte de la parcela blanco que sirve para monitorear el bosque en el tiempo. Asimismo, se registró la apertura de un acceso que atraviesa el bosque primario desde la tubería del ORN hasta la zona denominada estación 4 «tipo trocha carrozable», donde no se evidenció algún plan de cierre o revegetación del área aperturada.

8.3. Fauna silvestre - anfibios y reptiles

- La evaluación de anfibios y reptiles realizada en el área afectada por el derrame nos mostró el potencial retorno de ciertas poblaciones de este grupo en el área afectada, siendo los anfibios, el grupo de mayor presencia, los cuales son indicadores de calidad ambiental, sin embargo, es necesario continuar con el monitoreo de este grupo, para poder seguir midiendo en el tiempo el retorno de estas especies en el área afectada.

- En el área de estudio se registraron 19 especie de anfibios, siendo las especies *Pristimantis* cf. *carvalhoi* «cutín de Carvalho» y *Pristimantis luscombei* «cutín de Loreto» los anfibios más abundantes en toda el área de evaluación. Por otra parte, se registraron 8 especies de reptiles, teniendo a *Kentropyx pelviceps* «lagartija del bosque» como la especie con los mayores valores de abundancia.

- Los anfibios presentaron mayor abundancia en el área de estudio en comparación con los reptiles, en parte debido a que las evaluaciones se desarrollaron alrededor de cuerpos de agua afectados por el derrame de hidrocarburos.

- La diversidad de especies varió de acuerdo con el tipo de organismo en estudio; por un lado, la riqueza de anfibios fue ligeramente mayor en el área impactada que en el blanco; no obstante, la abundancia fue marcadamente mayor en el área blanco. Por otro lado, los reptiles presentaron mayor diversidad y abundancia en el área blanco.

- Las diferencias registradas entre las áreas de evaluación, respecto a la presencia de anfibios y reptiles, estuvieron relacionadas a la abundancia de cobertura vegetal que se presentan en ambas áreas, siendo mayor en el área blanco.

- Las especies *Ranitomeya variabilis* «sapito venenoso de líneas amarillas», *Boa constrictor* «mantona» y *Paleosuchus trigonatus* «caimán de frente lisa» registradas durante la evaluación se encuentran incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017), el cual incluye a las especies que deben presentar un control sobre su comercialización a fin de que no se vea comprometida su supervivencia.

8.4. Fauna silvestre - mamíferos

- La evaluación de mamíferos silvestres en el área afectada por el derrame en el km 206+035, ha permitido corroborar el retorno de algunas especies en las zonas, siendo uno de los registros de importancia el de *Panthera onca* «otorongo», pues corresponde a una especie clímax en el equilibrio del ecosistema. Estos datos son de vital importancia, debido a que, durante la evaluación realizada en el 2016, no se logró obtener registro alguno de mamíferos silvestres en el área impacto, lo cual es una señal de la recuperación de la zona.

- En el área de estudio se registraron 12 especies de mamíferos silvestres, siendo el orden Rodentia el de mayor representatividad con 4 especies

- Las evidencias mediante huellas fueron los más frecuentes, se identificaron 7 especies gracias a estos indicios durante la evaluación mediante el método de recorrido por transectos. Estas evidencias son fáciles de detectar en campo.

- Los índices de ocurrencia (IO) y de abundancia (IA) de Boddicker nos dan un indicio de las especies potencialmente presentes en el área de estudio, teniendo como especies confirmadas a *Proechimys* sp «sachacuy», *Tapirus terrestris* «sachavaca» y *Pecari tajacu* «sajino» por la combinación de 2 tipos de evidencias excepto el sachacuy que fue observado directamente.

- Las especies *Cuniculus paca* «majaz» y *Pecari tajacu* «sajino» fueron las más frecuentes con 9 y 5 registros independientes en las cámaras trampa. Por lo general estas especies son las más comunes en ambientes de bosque primario. El mayor número de registros independientes se dio en el área blanco aledaño a la zona A y menores en las zonas impactadas.

- Además de las 12 especies registradas en este estudio es posible que esta pueda incrementarse con un mayor esfuerzo de muestreo, específicamente con el método de cámaras trampa.

- No existe una diferencia significativa de la diversidad de especies entre las zonas de estudio, por ello se podría asumir que la distribución de mamíferos entre estos ambientes es equitativa. Sin embargo, hay especies que no han sido registradas en este periodo y por ende su retorno al área de estudio no ha sido confirmado, entre estas se encuentran *Sciurus* sp. «ardilla», *Tamandua tetradactyla* «oso hormiguero», *Sapajus apella* «mono negro», *Nasua nasua* «achuni», *Atelocynus microtis* «sachaperro», *Eira barbara* «manco» y *Leopardus wiedii* «tigrillo» registradas en el 2016.

- Se registraron 5 especies categorizadas en listas de conservación nacional e internacional (*Priodontes maximus* «yangunturu», *Leopardus pardalis* «tigrillo», *Panthera onca* «otorongo», *Tapirus terrestres* «tapir» y *Pecari tajacu* «sajino»), las cuales son de naturaleza susceptible y de amplia distribución.

9. RECOMENDACIONES

- Entender el comportamiento del bosque y su dinámica en el tiempo mediante el monitoreo de parcelas permanentes, vinculado a perturbaciones con hidrocarburo es de vital importancia, para proponer o recomendar planes de manejo adecuado de los mismos, ya sea para mantener el normal desarrollo de estos ecosistemas, o para proponer mejoras en la recuperación y reforestación de las áreas afectadas.

- Se recomienda la implementación de planes de monitoreo sobre los programas de reforestación y revegetación de las áreas afectadas, directa o indirectamente vinculadas a las áreas afectadas por el derrame de hidrocarburo.

- Se recomienda aplicar un plan de monitoreo periódico para las especies *Ranitomeya variabilis* «Sapito venenoso de líneas amarillas», *Boa constrictor* «Mantona» y *Paleosuchus trigonatus* «Caimán de frente lisa» de manera que permita conocer el estado del bosque y sus poblaciones en el tiempo

- Proponer un plan de monitoreo periódico para las especies *Priodontes maximus* «yangunturu», *Panthera onca* «otorongo», *Leopardus pardalis* «tigrillo», *Tapirus terrestris* «sachavaca» y *Pecari tajacu* «sajino» con fines de determinarlos como indicadores de la recuperación del bosque y sobre todo por ser especies de índole de conservación.

- Se recomienda utilizar la evaluación con cámaras trampa para los futuros monitoreos y evaluaciones de fauna para confirmar la presencia de especies objeto de estudio.

10. REFERENCIAS

Comunidades hidrobiológicas

- Acebey, S. y M. Maldonado. (2005). Efectos de la deforestación sobre macroinvertebrados y peces en arroyos del Chapare, Cochabamba, Bolivia. p. 1036-1043. En: Feyen, J., L.F. Aguirre & M. Moraes (Eds.). Congreso Internacional sobre desarrollo, medio ambiente y recursos naturales: sostenibilidad a múltiples niveles y escalas. Cochabamba, Bolivia.

- Damme, Paul & Carvajal-Vallejos, Fernando M. y Pouilly, M. & Perez, Tamara & Molina Carpio, Jorge. (2011). Amenazas para los peces y las pesquerías de la Amazonía boliviana.

- Figueroa, R., Valdovinos, Araya , E. y Parra, O. (2003) Benthic macroinvertebrates as indicator of wáter quality of sourthern Chile rivers. Revista Chilena de Historia Natural, 76, 275-285.

- Ferreira, S. J., DeMarco, P., Mazao, G, R 6 y Carvalho, A.R. (2009) Chironomidae Asemblage Structure in relation to organic Enrichment of an Aquatic Environment. Neotropical Entomology, 38(4),464-471.

- García-Dávila, C.; Sánchez, H.; Flores, M.; Mejia, J.; Angulo, C.; Castro-Ruiz, D.; Estivals, G.; García, A.; Vargas, G.; Nolorbe, C.; Núñez, J.; Mariac, C.; Duponchelle, F.; Renno, J.-F. (2018). PECES DE CONSUMO DE LA AMAZONÍA PERUANA. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos, Perú, 218 pp.

- Galvis, G., J. I. Mojica, S. R. Duque, C. Castellanos, P. Sánchezduarte, M. Arce, A. Gutiérrez, L. F. Jiménez, M. Santos, S. Vejarano Rivadeneira, F. Arbeláez, E. Prieto y M. Leiva. (2006). Peces del medio Amazonas. Región de Leticia. Serie de Guías.

- Goulding, M. (1980). The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history. Univ. of California Press, Berkeley, 280 p.

- Hill, M.O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54(2):427-432.

- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. Oikos, 113, 363-375.

- Junk, W., M.G. Mota Soares y P.B. Bayley. (2007). Freshwater fishes of the Amazon river basin: their biodiversity, fisheries and habitats. Aquatic Ecosystem Health & Management, 10 (2): 153-173.

- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. New Yersey: Princeton University Press, 179 pp.

- Ministerio del Ambiente (MINAM) (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. Lima. Por Samanez, I., Rimarachín, V., Palma C., Arana, J., Ortega H., Correa, V. & Hidalgo, M.

- Muñoz, F., Barriga, M., Vera, E y López, C. (2010). Identificación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's) en peces y sedimentos en la zona de Shushufindi, Sucumbios, Ecuador (primera parte). Revista Politécnica, 29(1), 143-149.

- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 pp.

- Nelson, J. S. (2006). Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc., New York. 601p.
- Ortega, H., B. Rengifo, I. Samanéz y C. Palma. (2007). Diversidad y el estado de conservación de cuerpos de agua Amazónicos en el nororiente del Perú Rev. peru. biol. Vol. 13(3): 185-194.
- Pettigrove, V. y Hoffmann, A. (2005). Effects of long-chain hydrocarbon-polluted sediment on freshwater macroinvertebrates. Environmental Toxicology and Chemistry, 24(10), 2500–2508. doi.org/10.1897/05-018R.1
- Reis, R., Kullander, S. y Ferraris, C. (2003). Check list of the freshwater of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre. 729 pp.
- Roldán, G. (2003). La bioindicacion de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. 170p.
- Rodríguez-Olarte, D., Amaro, A., Coronel, J., Taphorn, D. (2006). Integrity of fluvial fish communities is subject to environmental gradients in mountain streams, Sierra de Aroa, north Caribbean coast, Venezuela. Neotropical Ichthyology, 4(3):319-328.
- Van Damme P., Carvajal-Vallejos F., Pouilly M., Perez T. y Molina Carpio J. (2003) Amenazas para los peces y las pesquerías de la Amazonía Boliviana. Capitulo 14. 327-366.
- SANIPES (2016). Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación.

Flora silvestre

- Arruda, D.M., D.O. Brandao, F.V. Costa, G.S. Tolentino, R.D. Brasil, S.N. D'ngeloneto y Y. R. Nunes-Ferreira. (2011). Structural aspects and floristic similarity amongtropical dry forest fragments with different management histories in Northern Minas Gerais, Brazil. Revista Árvore 35: 131-142.
- Baker, T. R., Phillips, O. L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A. y Laurance, W. F. (2004). Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, *359*(1443), 353-365.
- Baker, T. R., Vela, D. M., Chama, V., Navarro, G., Monteagudo, A., Pinto, R.y Lewis, S. L. (2015). Consistent, small effects of treefall disturbances on the composition and diversity of four Amazonian forests. *Journal of Ecology*, *104*(2), 497-506.
- Barnett, D. T., & Stohlgren, T. J. (2003). A nested-intensity design for surveying plant diversity. *Biodiversity & Conservation*, *12*(2), 255-278.
- Brenes, G. (1990). Notas curso de silvicultura del bosque natural. Programa de licenciatura en Silvicultura Tropical. *Dpto. Ing. Forestal. ITCR*.
- Brown, S. (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer* (Vol. 134). Food & Agriculture Org.

- Campbell, P., Comiskey, J., Alonso, A., Dallmeier, F., Nuñez, P., Beltran, H., ... & Udvardy, S. (2002). Modified Whittaker plots as an assessment and monitoring tool for vegetation in a lowland tropical rainforest. *Environmental monitoring and assessment*, *76*(1), 19-41.

- Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., Soltis, D. E., y Stevens, P. F. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, *181*(1), 1-20.

- Chave, J. (2009). Global Wood density database. Dryad. Identifier. http://datadryad.org/handle/10255/dryad.235.

- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B., y Henry, M. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global change biology*, *20*(10), 3177-3190.

- Convención Internacional para el Comercio de especies de Fauna y Flora en Peligro-CITES. (2017). Apéndices I, II y III. Disponible en: http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/.

- Decreto Supremo N.° 043-2006-AG. Aprueban la categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre. Ministerio de Agricultura (2006).

- Fredericksen, T. S., y Mostacedo, B. (2000). Regeneration of timber species following selection logging in a Bolivian tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*, *131*(1-3), 47-55.

- Gentry A. H. (1988ª). Tree species richness of upper Amazonian Forests. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 85: 156-159.

- Gentry A. H. (1988b). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. Ann. Missouri Bot. Gard. 75: 1-34.

- Gentry, A. H. (1989). Speciation in tropical forests. *Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity*, 113-134.

- Gentry, A. H. (1993). Overview of the Peruvian flora. *Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard*, *45*.

- HERBARIO DE PLANTAS NEOTROPICALES. HERBARIO RAPID REFERENCE. (2019). [20 de octubre 2019]. Recuperado de: http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/.

- Hernández-Stefanoni, J. L., Dupuy, J. M., Tun-Dzul, F., y May-Pat, F. (2011). Influence of landscape structure and stand age on species density and biomass of a tropical dry forest across spatial scales. *Landscape Ecology*, *26*(3), 355-370.

- International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. (Version 2019-2) [22 de octubre 2019]. Recuperado de www.iucnredlist.org

- Krebs, C. J. (1989). Ecological Methodology. Harper and Row Publishers, New York.
- Leaño, C., y Saravia, P. (1998). Monitoreo de parcelas permanentes de medición en el bosque Chimanes. *Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. USAID. Bolivia*.
- Lewis, S. L., Phillips, O. L., Sheil, D., Vinceti, B., Baker, T. R., Brown, S., y Lejoly, J. (2004). Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. *Journal of Ecology*, *92*(6), 929-944.
- Londoño, A. C., y Jimenez, E. (1999). Efecto del tiempo entre los censos sobre la estimación de las tasas anuales de mortalidad y de reclutamiento de árboles (periodos de 1, 4 y 5 años. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente*, *14*.
- Loyola, R. (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación/Ministerio del Ambiente. Dirección general de evaluación, valoración y financiamiento del patrimonio natural.
- Lugo, A. E., & Scatena, F. N. (1996). Background and catastrophic tree mortality in tropical moist, wet, and rain forests. *Biotropica*, 585-599.
- Macdicken, 1997; IPCC, 2007. Es común utilizar un factor de 0.5 ya que, en promedio, la materia vegetal seca contiene 50 % de carbono.
- MacDicken, K. G. (1997). A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects.
- Madeira, B. G., M. Espirito-Santo, S. D'angeloNeto, Y. R. Nunes-Ferrreira, G. Azofeifa, S. Arturo, G. W. Fernándes y M. Quesada. (2009). Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in south-eastern Brazil. Plant Ecology 201: 291-304.
- Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. 2004. *Malden: Blackwell*.
- Malhi, Y., Wood, D., Baker, T. R., Wright, J., Phillips, O. L., Cochrane, T., y Higuchi, N. (2006). The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology*, *12*(7), 1107-1138.
- Martinez, R. V., y Phillips, O. L. (2000). Allpahuayo: floristics, structure, and dynamics of a high-diversity forest in Amazonian Peru. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 499-527.
- Ministerio de Ambiente – MINAM. (2010). Cuarto informe nacional sobre la aplicación del Convenio de Diversidad Biologica (2006 - 2009) Capítulos I, II, III, IV Apéndices, y Anexo Áreas Protegidas. Dirección General de Diversidad Biológica del MINAM: Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente – MINAM (2015). Guía de Inventario de la Flora Silvestre y vegetación. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. MINAM: Lima, Perú.

- Moreno C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. I. Zaragosa, Es. 84 p. y Gaston, K. J. (1996). Species richness: measure and measurement. In: Biodiversity, a biology of numbers and difference. K. J. Gaston (Ed.) BlackwellScience, Cambridge, pp.77-113.

- Nebel, G., Kvist, L. P., Vanclay, J. K., y Vidaurre, H. (2000). Dinamica de los bosques de la llanura aluvial inundable de la Amazonia Peruana: efectos de las perturbaciones e implicancias para su manejo y conservacion. *Folia amazónica*, *11*(1-2), 65.

- Phillips O., Vásquez R, Monteagudo A y Baker TR. (2007). 20 años de cambios en los bosques del sur-oeste de la Amazonía. Q'EUÑA, Sociedad Botánica del Cusco 1:29 - 36.

- Phillips, O. L., y Baker, T. R. (2003). Manual de campo para el establecimiento y remedicion de parcelas permananentes (trad. A. Monteagudo Mendoza). *Cantua*, *12*, 85-93.

- Phillips, O. L., Hall, P., Gentry, A. H., Sawyer, S. A., y Vasquez, R. (1994). Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *91*(7), 2805-2809.

- Phillips, O., y Miller, J. S. (2002). *Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set* (Vol. 89). Missouri Botanical Press.

- Phillips, O.L., Baker, T.R, Feldpausch, T.R., Brienen R. (2009a). RAINFOR Manual de campo para la remedición y establecimiento de parcelas, edición 2016 disponible en: http://www.rainfor.org/es/manuales.

- Phillips. O.L., Hall, A.H. Gentry, S.A. Sawyer, y R. Vásquez. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forests. Proceeding of the National Academy of Sciences 91:2805-2809.

- Pitman, N. C. A., Terborgh, J. W., Silman, M. R., Nunez, V. P., Neill, D. A., Ceron, C. E., Palacios, W. A. y Aulestia, M. 2002. A comparison of tree species diversity in two upper Amazonian forests. Ecology 83:3210–3224.

- Pitman, N. C., Terborgh, J. W., Silman, M. R., Núñez V, P., Neill, D. A., Cerón, C. E., y Aulestia, M. (2001). Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*, *82*(8), 2101-2117.

- Ramírez Reynoso, O., Silva, S. C. D., Hernández Garay, A., Enríquez Quiroz, J. F., Pérez Pérez, J., Quero Carrillo, A. R., y Herrera Haro, J. G. (2011). Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto Panicum maximum cv.'mombaza'cosechado en diferentes intervalos de corte. *Revista fitotecnia mexicana*, *34*(3), 213-220.

- Reynel, C., Pennington, T. D., Pennington, R. T., Flores, C., y Daza, A. (2003). Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos. *Tarea Grafica Educativa, Perú*.

- Saatchi, S. S., Houghton, R. A., Dos Santos Alvala, R. C., Soares, J. V., y Yu, Y. (2007). Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. *Global change biology*, *13*(4), 816-837.

- Spichiger, R., Méroz, J., Loizeau, P. A., & Stutz de Ortega, L. (1990). *Contribución a la flora en la Amazonía peruana: los árboles del Arboretum de Jenaro Herrera. Volumen II: Linaceae a Palmae*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

- Stohlgren, T. J., Falkner, M. B., & Schell, L. D. (1995). A modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio*, *117*(2), 113-121.

- Tarrasón, D., J. T. Urrutia, F. Ravera, E. Herrera, P. Andres y J. M. Espelta. (2010). Conservation status of tropical dryforestremnants in Nicaragua: do ecologicalindicatorsand social perceptiontally? Biodiversity and Conservation 19: 813-827.

- Terborgh, J., & Andresen, E. (1998). The composition of Amazonian forests: patterns at local and regional scales. *Journal of Tropical Ecology*, *14*(5), 645-664.

- TROPICOS.ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 27 Oct 2016 http://www.tropicos.org/.
- Vásquez Martínez, R. (1997). Flórula de las reservas biológicas de Iquitos, Perú. *Monographs in systematic botany*.

- Vásquez, R., & Rojas Gonzáles, R. D. P. (2004). *Plantas de la Amazonía peruana: Clave para identificar las familias de Gymnospermae y Angiospermae* (No. Sirsi) a408017).

- Zanne, A. E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D. A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S. L., ... & Chave, J. (2009). Global wood density database.

Anfibios y Reptiles

- AmphibiaWeb. (2019). <https://amphibiaweb.org>. University of California, Berkeley, CA, USA [22 de octubre 2019].

- Angulo, A., Rueda-Almohacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V. y La Marca, E. (2006) E. (Eds). *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservation Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C. 298 pp.

- Carbajal, J. & Urbina, N. (2008). Patrones de Diversidad y Composición de Reptiles en Fragmentos de Bosque Seco Tropical en Córdoba, Colombia. Tropical Conservation Science. 1(4):397-416. Crump, M. y L. Scott. 1994. Visual Encounter Survey. En: *Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Amphibians*. Heyer, W. R., Donnelly, M.A.

- Carrillo, N., y Icochea, J. (1995). Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú. *Publicaciones Del Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú)*, *49*, 1–27.

- Catenazzi, A., & von May, R. (2014). Conservation Status of Amphibians in Peru. *Herpetological Monographs*, *28*(1), 1–23.
- Catenazzi, A., von May, R., y Vredenburg, V. T. (2013). High prevalence of infection in tadpoles increases vulnerability to fungal pathogen in high-Andean amphibians. *Biological Conservation*, *159*, 413–421.
- Convención Internacional para el Comercio de especies de Fauna y Flora en Peligro-CITES. (2017). Apéndices I, II y III. Disponible en: http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/.
- Clarke, K. R., y Gorley, R. N. (2006). PRIMER v6: User Manual/Tutorial. Plymouth: PRIMER-E.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. User's Guide and application published athttp://purl.oclc.org/estimates.
- Córdova, J., Torres, C., Suárez, J., y Williams, J. (2009). Anfibios y Reptiles. In W. Soave, G. Mange, V. Ferreti, & C. Galliari (Eds.), *Diversidad Biológica en la Amazonía Peruana: Programa de Monitoreo de la Biodiversidad en Camisea* (1st ed., pp. 166–195). La Plata, Argentina.
- Crump, M. L., y Scott, N. J. (2001). Relevamientos por Encuentros Visuales. En W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, & M. S. Foster (Eds.), *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios* (pp. 80–87). Smithsonian Institution Press & Editorial Universitaria de la Patagonia.
- Decreto Supremo N.° 004-2014-MINAGRI. Aprueban la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Ministerio de Agricultura y Riego (2014)
- Dodd, C. K. (2016). *Reptile ecology and conservation: a handbook of techniques*. Oxford University Press. 512 pp.
- Duellman, W., y Lehr, E. (2009). *Terrestrial-Breeding Frogs (Strabomantidae) in Peru*. *IWU Authors Bookshelf*. Natur und Tier Verlag, Münster, 384 p.
- Foley, J. A., Asner, G. P., Costa, M. H., Coe, M. T., DeFries, R., Gibbs, H. K., Olson, E. A., Patz, J., Ramankutty, N., Snyder, P. (2007). Amazonia revealed: Forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5 (1), 25-32.
- Frost, D. R. (2019). *Amphibian species of the world: an online reference*. Version 6.0. (22 de octubre 2019). American Museum of Natural History, New York, USA. Recuperado de : http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software. (Version 3.15) [Software]. Recuperado de http://folk.uio.no/ohammer/past/
- International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. (Version 2019-2) [22 de octubre 2019]. Recuperado de

www.iucnredlist.org

- Jaeger, R. G. (2001). Muestreo por Transectas. En W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, & M. S. Foster (Eds.), *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios* (pp. 98–102). Smithsonian Institution Press & Editorial Universitaria de la Patagonia.

- 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*, 151–161.

- Jungfer, K.-H. (2014). *Taxonomy and Systematics status of Spiny-Backed Treefrogs, Genus Osteocephalus (Amphibia: Anura: Hylidae).* (Tesis doctoral). Universidad de Koblenz y Landau, Alemania.

- Khatiwada, J. R., Ghimire, S., Paudel Khatiwada, S., Paudel, B., Bischof, R., Jiang, J., y Haugaasen, T. (2016). Frogs as potential biological control agents in the rice fields of Chitwan, Nepal. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *230*, 307–314.

- Laurance, W. F., Vasconcelos, H. L., y Lovejoy, T. E. (2000). Forest loss and fragmentation in the Amazon: Implications for wildlife conservation. *ORYX*, *34*(1), 39–45.

- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. UK: Oxford. Blackwell Science.

- Manzanilla, J., & Péfaur, J. E. (2000). Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Revista de Ecología Latinoamericana*, *7*(1–2), 17–30.

- Ministerio del Ambiente – MINAM (2015). Guía de Evaluación de Fauna Silvestre. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. MINAM: Lima, Perú.

- Ministerio del Ambiente- MINAM. (2018). Situación actual de las especies de anfibios y reptiles del Perú, MINAM: Lima, Perú, 43 p.

- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza*, *1*, 84.

- Navas, C. A., y Otani, L. (2007). Physiology, environmental change, and anuran conservation. *Phyllomedusa: Journal of Herpetology*, *6*(2), 83.

- Odum, E. P. (1972). *Ecología*. Nueva Editorial Interamericana S.A. Tercera edición. México, D. F.

- Peters, J. A., y Donoso-Barros, R. (1970). *Catalogue of the Neotropical Squamata. Part. II: Lizards and Amphisbaenians*. Washington: Bulletin of the United States National Museum, 297, 1-293.

- Peters, J. A., y Orejas-Miranda, B. (1970). *Catalogue of the Neotropical Squamata. Part. I. Snakes*. Washington: Bulletin of the United States National Museum, 297, 1-

347.

- Rodríguez, L. O., Córdova, J. H., y Icochea, J. (1993). Lista preliminar de los anfibios del Perú. *Publicaciones Del Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú)*, *45*, 1–22.

- Rueda, J., Castro, F., y Cortez, C. (2006). Técnicas para el Inventario y Muestreo de Anfibios: Una compilación. En A. Angulo, J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha, & E. La Marca (Eds.), *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los anfibios de la región tropical andina* (pp. 135–171). Conservation International. Serie Manuales de Campo N° 2.

- Stebbins, R. C. & Cohen, N. W. (1995). *A natural history of amphibians*. Princeton University Press, New Jersey.

- Tafur, C. M., Estraver, W. Z., y Velásquez, L. P. (2015). Estructura alimenticia de la lechuza de los arenales, Athene cunicularia, en el Cerro Campana, La Libertad, Perú. *REVISTA REBIOL*, *34*(2), 73–82.

- Torres, C., y Córdova, J. (2014). Anfibios y Reptiles. 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. Experiencia en el Programa de Monitoreo de la Biodiversidad en el área del Proyecto Camisea* (pp. 61–71).

- Uetz, P., Freed, P., y Hošek, J. (2019). The Reptile Database [20 de octubre 2019]. Recuperado de: http://www.reptile-database.org

- Von May, R., Jacobs, J. M., Santa-Cruz, R., Valdivia, J., Huamán, J. M., y Donnelly, M. A. (2010). Amphibian community structure as a function of forest type in Amazonian Peru. *Journal of Tropical Ecology*, *26*(5), 509–519.

Mamíferos silvestres

- Aguirre, M.A. y Kvist, L., P. (2005). Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del Sur-Occidente del Ecuador. Lyonia, 8: 41-67.

- Alonso Riesco, R. (2012). Proyecto de recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos. Universidad Autónoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallés.

- Angeles M. O. (2018). Situación Actual de la Contaminación por Actividades de Hidrocarburos en la selva peruana. Trabajo Monográfico para optar el título de Ingeniero Ambiental. UNALM. Facultad de Ciencias.

- Aquino, R. y A. Calle. (2003). Evaluación del estado de conservación de los mamíferos de caza: Un modelo comparativo en comunidades de la Reserva Nacional Pacaya – Samiria (Loreto, Perú). Rev. peru. biol. 10 (2): 163 - 174.

- Aquino, R.; C. Terrones; R. Navarro y W. Terrones. (2007). Evaluación del impacto de la caza en mamíferos de la cuenca del río Alto Itaya, Amazonía peruana. Rev. per. biol. 14(2): 181-186.

- Aquino R.; R. E. Bodmer & G. Gil. 2001. Mamíferos de la cuenca del río Samiria: Ecología Poblacional y Sustentabil
- Bibby C., Jones, M. y Marsden, S. (1998). Expedition Field Techniques; bird surveys, expedition advisory centre, London
- Boddicker, M.; Rodriguez, J. J. y J. Amanzo. (2002). Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. Environmental Monitoring and Assessment 76: 105 - 123.
- Bodmer; R. E. y Pezo L. E. (2001). Rural Development and Sustainable Wildlife Use in Peru. Conservation Biology, Vol. 15, No. 4.
- Burnham, K. P.; Anderson, D. R. and J. L. Laake. 1980. Estimation of density from line transects sampling of biological population. Wildlife Monographs, 71: 1 – 203.
- Celis H. (2009). Contaminación de aguas subterráneas por hidrocarburos líquidos livianos en fase no acuosa. Ciencia Ahora 22. Departamento de Ingeniería Cívil. Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.
- Colwell, R. K. (2009). Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2.0. Universidad de Connecticut, USA URL: http://purl.oclc.org/estimates.
- Convención Internacional para el Comercio de especies de Fauna y Flora en Peligro-CITES. (2017). Apéndices I, II y III. Disponible en: http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/.
- Chávez, C., A. De la Torre, A. Bárcenas, R. Medellín, H. Zarza, y G. Ceballos. (2013). Manual de fototrampeo para estudios de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Decreto Supremo N.° 004-2014-MINAGRI. Aprueban la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Ministerio de Agricultura (2014).
- Díaz-P, A. y Payán G, 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.
- Dirzo, M.R. y Legendre, P. (2014). Species assemblages and indicator species; the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs, 67: 345-366.
- Emmons L.H. y F. Feer. (1997). Neotropical rainforest mammals, a field guide. 2da edn., The University of Chicago Press, Chicago. 307pp.
- Escobedo, M. & Velazco, P.M. 2012. First confirmed record for Peru of *Diclidurus scutatus* Peters, 1869 (Chiroptera: Emballonuridae). CheckList, 8: 54-556.

- International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. (Version 2019-2) [22 de octubre 2019]. Recuperado de www.iucnredlist.org
- Jiménez, C.; Pacheco, V. y Vivas, D. (2013). An introduction to the systematics of *Akodon orophilus* Osgood, 1913 (Rodentia: Cricetidae) with the description of a new species. Zootaxa, 3669: 223-242.
- Krebs, C. J.; Reid, D.; Morris, D. & Gilbert, S. (2008). *Small mammal population monitoring. Artic Wolves sampling protocols*. 4, 1-12.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2014). Decreto Supremo N.° 004-2014-MINAGRI. El Peruano. Pp: 520497-520504.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2008). Creado mediante Decreto Legislativo N° 1013.
- Ministerio del Ambiente – MINAM (2015). Guía de Evaluación de Fauna Silvestre. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. MINAM: Lima, Perú.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza*, *1*, 84.
- Nallar R., A. Morales y H. Gómez. (2008). Manual para la identificación y reconocimiento de eventos de depredación del ganado doméstico por carnívoros altoandinos, Wildlife Conservation Society, La Paz, Bolivia.
- Novoa S, R Cadenillas y V Pacheco. 2011. Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en bosques del parque nacional Cerros de Amotape, Tumbes, Perú. Mastozoología Neotropical 18(1):81-93.
- Pacheco, V. y Arias, L. (2001). Mamíferos. pp. 8588, pp. 226-227. En: Alverson, W.S.; Rodríguez, L.O. & Moskovits, D.K. (Ed.) Perú: Biabo Cordillera Azul. The Field Museum, Chicago.
- 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, 5-32.
- Peres, C. (1999). General guidelines for standarizing line transect surveys of tropical primates. Neotropical Primates 7, 11-16.
- Restrepo, C. y Botero-Botero, G. (2012). Ecología trófica de la nutria Neotropical *Lontra longicaudis* (Carnivora: Mustelidae) en el río La Vieja, alto Cauca, Colombia. Boletín Científico del Museo de Historia Natural Universidad de Caldas, 16: 207-214.

- Rodríguez, J.J. y J.M.Amanzo. (2001). Medium and large mammals of the southern Vilcabamba region, Perú. In: L. Alonso, A. Alonso, T. Schulenberg y F. Dallmeier, Eds. Biological and social assessments of the Cordillera de Vilcabamba, Peru. RAP Working Papers 12 & SI/MAB Series 6. Conservation International, Washington, D.C. Pp. 117-126.

- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. (2018). Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú. 1era edición. SERFOR. Lima: Perú, 532 pp.

- Tirira, D. (2007). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador. Quito, Ecuador. 19 pp.

- Willig, M. R., Presley, S. J., Bloch, C. P., Hice, C. L., Yanoviak, S. P., Díaz, M. M., Chauca, A., L; Pacheco, V. y Weaver, S. C. (2007). Phyllostomid bats of lowland Amazonia: effects of habitat alteration on abundance. *Biotropica*, *39*(6), 737-746.

- Wilson, D.; F. Cole; J. Nichols; H. Rudran y M. Foster. (1996). Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press, Washington.

11. ANEXOS

Anexo 1: Reporte de campo N° 0445-2019-SSIM

Anexo 2: Reporte de resultados N° 0448-2019-SSIM

Anexo 3: Mapas