



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA ENTORNO A LAS PLATAFORMAS COPE SUR, CARACOL, CARDO Y PIEDRA CANDELA LOCALIZADAS EN LA CUENCA BOCAPÁN E INTERCUENCA 13939, DISTRITOS LA CRUZ Y ZORRITOS, PROVINCIA TUMBES Y CONTRALMIRANTE VILLAR, DEPARTAMENTO DE TUMBES, DURANTE EL 2020

**SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL**

2020



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Profesionales que aportaron a este documento:

**ÍNDICE**

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	ANTECEDENTES.....	3
3.	OBJETIVOS.....	4
3.1.	Objetivo general.....	4
3.2.	Objetivos específicos.....	5
4.	ÁREA DE ESTUDIO.....	5
4.1.	Hidrología y geología regional.....	7
4.1.1.	Hidrología.....	7
4.1.2.	Geología regional.....	7
4.2.	Contexto Social.....	8
5.	PARTICIPACIÓN CIUDADANA.....	9
5.1.	Etapa 1: Coordinación previa con los actores involucrados.....	9
5.2.	Etapa 2: Convocatoria.....	10
5.3.	Etapa 3: Inscripción en los programas de inducción.....	10
5.4.	Etapa 4: Realización de la inducción y Etapa 5: Taller para la presentación de la propuesta del plan de monitoreo ambiental participativo.....	10
5.5.	Etapa 6: Ejecución del monitoreo ambiental participativo.....	11
5.6.	Etapa 7: Taller para la presentación de los resultados del monitoreo ambiental participativo.....	11
6.	METODOLOGÍA.....	12
6.1.	Objetivo específico 1: Determinar la calidad de agua en las quebradas y pozos artesanales entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela.....	14
6.1.1.	Guías utilizadas para la evaluación.....	14
6.1.2.	Ubicación de puntos de muestreo.....	14
6.1.3.	Parámetros y métodos de análisis.....	16
6.1.4.	Equipos utilizados.....	16
6.1.5.	Tipo de muestreo.....	17
6.1.6.	Aseguramiento de la calidad en la etapa de campo.....	17
6.1.7.	Procesamiento de datos.....	17
6.1.7.1.	Relación conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos.....	17
6.1.7.2.	Relaciones hidroquímicas.....	18
6.1.7.3.	Evaluación hidroquímica.....	21
6.1.7.4.	Balance iónico.....	21
6.1.7.5.	Diagramas hidroquímicos.....	22
6.1.8.	Criterios de evaluación.....	26
6.2.	Objetivo específico 2: Evaluar las comunidades hidrobiológicas (perifiton y macroinvertebrados bentónicos) en las quebradas y pozos artesanales entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela.....	27
6.2.1.	Guía utilizada para la evaluación.....	27
6.2.2.	Ubicación de puntos de muestreo.....	28
6.2.3.	Parámetros y métodos de análisis.....	29
6.2.4.	Equipos utilizados.....	30
6.2.5.	Aseguramiento de la calidad en la etapa de campo.....	30



6.2.6.	Procesamiento de datos.....	30
6.2.6.1.	Composición, riqueza y abundancia	30
6.2.6.2.	Índices de diversidad.....	30
6.3.	Objetivo específico 3: Evaluar la flora silvestre en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	31
6.3.1.	Guías utilizadas para la evaluación.....	31
6.3.2.	Ubicación de las zonas.....	32
6.3.3.	Método de análisis.....	37
6.3.3.1.	Parcelas permanentes.....	37
6.3.3.2.	Clasificación de coberturas	38
6.4.	Objetivo específico 4: Evaluar la fauna silvestre (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	40
6.4.1.	Guías utilizadas para la evaluación.....	41
6.4.1.1.	Anfibios y Reptiles	41
6.4.1.2.	Aves	41
6.4.1.3.	Mamíferos.....	41
6.4.2.	Ubicación de zonas	41
6.4.2.1.	Anfibios y reptiles.....	41
6.4.2.2.	Aves	41
6.4.2.3.	Mamíferos	42
6.4.3.	Método de análisis.....	66
6.4.3.1.	Anfibios y reptiles.....	66
6.4.3.2.	Aves.....	66
6.4.3.3.	Mamíferos	68
6.4.4.	Equipos utilizados.....	69
6.4.5.	Procesamiento de datos.....	69
6.4.6.	Parámetros	69
6.4.6.1.	Composición y estructura arbórea	70
6.4.6.2.	Composición, riqueza y abundancia	71
6.4.6.3.	Análisis multivariado.....	76
6.4.6.4.	Análisis de redundancia (RDA)	77
6.4.6.5.	Especies Clave	77
6.4.6.6.	Especies amenazadas y endémicas	78
7.	RESULTADOS	80
7.1.	Objetivo específico 1: Determinar la calidad de agua en las quebradas y pozos artesanales entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela	80
7.1.1.	Resultados y su comparación con las normas aprobadas en los IGA	80
7.1.2.	Resultados y su comparación con la norma vigente.....	81
7.1.3.	Relación conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos.....	82
7.1.4.	Relaciones hidroquímicas	83
7.1.4.1.	Relación rNa/Cl y rCa/rMg.....	84
7.1.4.2.	Relación rCl y rNa.....	84
7.1.4.3.	Índices cloro alcalinos.....	85



7.1.5.	Diagramas hidroquímicos.....	86
7.1.5.1.	Diagramas de Piper y Stiff.....	86
7.1.5.2.	Diagrama de Gibbs.....	87
7.1.5.1	Diagrama de Mifflin.....	88
7.2.	Objetivo específico 2: Evaluar las comunidades hidrobiológicas (perifiton y macroinvertebrados bentónicos) en las quebradas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	88
7.2.1.	Perifiton.....	88
7.2.1.1.	Perifiton autótrofo.....	88
7.2.1.2.	Perifiton heterótrofo.....	91
7.2.2.	Macroinvertebrados bentónicos.....	91
7.3.	Objetivo específico 3: Evaluar la flora silvestre en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	94
7.3.1.	Composición y estructura de la vegetación.....	94
7.3.1.1.	Composición y riqueza por parcela y plataformas.....	96
7.3.1.2.	Clasificación de coberturas.....	105
7.3.1.3.	Estructura arbórea en parcelas permanentes.....	112
7.3.1.4.	Índice de valor de importancia (IVI).....	114
7.3.1.5.	Biomasa aérea y captura de carbono (Mg/ha).....	116
7.3.1.6.	Índice de diversidad Alfa Fisher.....	118
7.3.1.7.	Análisis multivariado en la evaluación de flora silvestre.....	119
7.3.2.	Especies clave.....	122
7.3.2.1.	Especies arbóreas útiles registradas en el área de estudio.....	122
7.3.2.2.	Especies incluidas en categorías de conservación registradas en el área de estudio.....	122
7.4.	Objetivo específico 4: Evaluar la fauna silvestre (anfibios y reptiles, aves y mamíferos) en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	123
7.4.1.	Anfibios y reptiles.....	123
7.4.1.1.	Composición y riqueza de especies.....	123
7.4.1.2.	Curva de acumulación de especies.....	125
7.4.1.3.	Composición y abundancia por zona de evaluación.....	126
7.4.1.4.	Diversidad.....	133
7.4.1.5.	Similaridad.....	134
7.4.1.6.	Especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio.....	135
7.4.1.7.	Usos actuales y potenciales de los anfibios y reptiles.....	135
7.4.2.	Aves.....	135
7.4.2.1.	Composición y riqueza de especies.....	135
7.4.2.2.	Abundancia de especies.....	139
7.4.2.3.	Curva de acumulación de especies.....	141
7.4.2.4.	Curva rango abundancia.....	142
7.4.2.5.	Composición y abundancia de especies por zona de evaluación.....	144
7.4.2.6.	Diversidad.....	154



7.4.2.7. Similaridad	155
7.4.2.8. Análisis multivariado	156
7.4.2.9. Análisis de Redundancia (RDA)	158
7.4.2.10. Aves registradas en redes niebla	159
7.4.2.11. Especies clave	160
7.4.2.12. Especies incluidas en categorías de conservación, endémicas y migratorias ...	162
7.4.3. Mamíferos	165
7.4.3.1. Composición y riqueza de especies	165
7.4.3.2. Composición y abundancia de especies por zona de evaluación	169
7.4.3.1 Diversidad	176
7.4.3.2 Similaridad	177
7.4.3.3 Especies incluidas en categorías de conservación.....	180
8. DISCUSIONES	180
8.1. Agua.....	180
8.2. Comunidades hidrobiológicas	193
8.3. Flora silvestre	195
8.4. Fauna silvestre	202
8.4.1. Anfibios y reptiles.....	202
8.4.2. Aves	207
8.4.3. Mamíferos	218
9. CONCLUSIONES	224
9.1. Agua.....	224
9.2. Comunidades hidrobiológicas	225
9.3. Flora silvestre	225
9.4. Fauna silvestre	226
9.4.1. Anfibios y reptiles.....	226
9.4.2. Aves	227
9.4.3. Mamíferos	227
10. RECOMENDACIONES.....	228
11. ANEXOS	228
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	229

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 5.1. Actores sociales relacionados al proyecto Lote XXIII.....	10
Tabla 5.2. Participación ciudadana en la ejecución de la EAT en el proyecto Lote XXIII...	11
Tabla 6.1. Protocolo de muestreo para agua.....	14
Tabla 6.2. Ubicación de los puntos de muestreo para agua	15
Tabla 6.3. Parámetros evaluados y métodos de análisis de agua	16
Tabla 6.4. Criterios para establecer las facies hidroquímicas	21
Tabla 6.5. Valores aceptables de error en función a la conductividad eléctrica	22
Tabla 6.6. Guía utilizada para la evaluación de comunidades hidrobiológicas.....	27
Tabla 6.7. Ubicación de los puntos de muestreo.....	28
Tabla 6.8. Parámetros evaluados y métodos de análisis de comunidades hidrobiológicas	30
Tabla 6.9. Guías y protocolos de flora silvestre.....	31
Tabla 6.10. Guías y protocolos para clasificación coberturas	32
Tabla 6.11. Ubicación de las parcelas permanentes de flora silvestre	33
Tabla 6.12. Ubicación de los sobrevuelos para Fotogrametría con RPAS	35
Tabla 6.13. Protocolos de monitoreo para la evaluación de anfibios y reptiles	41
Tabla 6.14. Protocolos de monitoreo para la evaluación de aves.....	41
Tabla 6.15. Ubicación de las búsquedas por encuentro visual (VES) para la evaluación de los anfibios y reptiles	43
Tabla 6.16. Ubicación de las búsquedas intensivas para la evaluación de aves en el área de estudio	48
Tabla 6.17. Ubicación de las redes niebla para la evaluación de aves.....	53
Tabla 6.18. Ubicación de las estaciones de muestreo para la evaluación de mamíferos menores no voladores (roedores).....	54
Tabla 6.19. Ubicación de las redes niebla para la evaluación de mamíferos menores voladores (murciélagos)	60
Tabla 6.20. Ubicación de las cámaras trampa para la evaluación de mamíferos mayores	62
Tabla 6.21. Parámetros analizados en la evaluación de la flora y fauna silvestre.....	69
Tabla 6.22. Puntaje de abundancia para diferentes tipos de evidencias según Boddicker	72
Tabla 6.23. Categorías de conservación Nacional e internacional para Flora y Fauna Silvestre	79
Tabla 7.1. Parámetros con valores que excedieron de los ECA para Agua	82
Tabla 7.2. Riqueza y abundancia por Phylum de la comunidad de Perifiton autótrofo.....	89
Tabla 7.3. Índices de diversidad para la comunidad de perifiton autótrofo	90
Tabla 7.4. Riqueza y abundancia por Phylum de la comunidad de Perifiton heterótrofo ..	91
Tabla 7.5. Riqueza y abundancia por Phylum de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos	92
Tabla 7.6. Índices de diversidad para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos...	93
Tabla 7.7. Categorías de uso tradicional de las especies arbóreas.....	122
Tabla 7.8. Especies de flora registradas en las zonas de evaluación según normativas nacionales e internaciones.....	123
Tabla 7.9. Riqueza de anfibios y reptiles registrados durante las evaluaciones realizadas en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939	124
Tabla 7.10. Orden, familia y número de especies de aves registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	136
Tabla 7.11. Familias y números de especies de aves registradas en el área de evaluación de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939	137



Tabla 7.12. Composición de especies de aves registradas según los métodos de evaluación empleados en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	138
Tabla 7.13. Abundancia total y relativa de las aves registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939	140
Tabla 7.14. Riqueza y abundancia de las aves registradas en plataforma Piedra Candela 3X	145
Tabla 7.15. Riqueza y abundancia de las aves registradas en el Blanco-1	146
Tabla 7.16. Riqueza y abundancia de las aves registradas en la plataforma Cardo 2X... ..	148
Tabla 7.17. Riqueza y abundancia de las aves registradas en la plataforma Cope Sur 5X	150
Tabla 7.18. Riqueza y abundancia de las aves registradas en la Plataforma Cope Sur 1X	152
Tabla 7.19. Valores de diversidad de las aves registradas por zona de evaluación en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939	154
Tabla 7.20. Valores del índice de disimilaridad de Morisita entre las zonas de evaluación en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939	156
Tabla 7.21. Prueba de similaridad porcentual (SIMPER) para evaluar la contribución de cada especie de aves registrada mediante búsqueda intensiva entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	158
Tabla 7.22. Especies de aves capturadas mediante redes niebla entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	159
Tabla 7.23. Clasificación de aves según los criterios para selección de especies clave en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939	160
Tabla 7.24. Lista de especies de aves incluidas en categorías de conservación nacional e internacional y endemismo, registradas entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939	163
Tabla 7.25. Esfuerzo de muestreo realizado para roedores (ratones)	165
Tabla 7.26. Composición de murciélagos en el área de estudio	165
Tabla 7.27. Esfuerzo de muestreo realizado para murciélagos	166
Tabla 7.28. Especies de mamíferos mayores en el área de estudio.....	167
Tabla 7.29. Esfuerzo de muestreo realizado para mamíferos mayores.....	168
Tabla 7.30. Abundancia relativa de murciélagos	171
Tabla 7.31. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Piedra Candela 3X	172
Tabla 7.32. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Blanco-1	172
Tabla 7.33. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en El Cardo 2X	173
Tabla 7.34. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Cope Sur 5X	173
Tabla 7.35. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Cope Sur 1X	174
Tabla 7.36. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Caracol 1X	175
Tabla 7.37. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Caracol 4X	175
Tabla 7.38. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Blanco-2.....	175
Tabla 7.39. Índices de diversidad de murciélagos por zona de evaluación	176
Tabla 7.40. Índices de diversidad de mamíferos mayores por zona de evaluación	177
Tabla 7.41. Valores de Similaridad de Jaccard entre zonas de evaluación según composición de especies de murciélagos.....	178



Tabla 7.42. Valores de Similaridad de Jaccard entre zonas de evaluación según composición de especies de mamíferos mayores 179

Tabla 7.43. Registro de especies en categoría de conservación 180

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Área de estudio del proyecto Lote XXIII 6

Figura 4.2. Áreas de evaluación de agua, comunidades hidrobiológicas, flora y fauna silvestre del proyecto Lote XXIII 7

Figura 6.1. Modelo conceptual de la evaluación ambiental temprana del proyecto Lote XXIII 12

Figura 6.2. Esquema de los puntos de muestreo de agua en la quebrada Bocapán y las quebradas y pozos artesanales entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela 16

Figura 6.3. Relación de los sólidos totales disueltos (STD) con los valores de *K* para diferentes tipos de agua 18

Figura 6.4. Gráfico de rCa/rMg y rNa/rCl que muestra los mecanismos de disoluciones... 19

Figura 6.5. Relaciones hidroquímicas de iones mayoritarios 20

Figura 6.6. Diagrama de Stiff 23

Figura 6.7. Diagrama trilinear de Piper 24

Figura 6.8. Diagrama de Gibbs 25

Figura 6.9. Diagrama de Mifflin 26

Figura 6.10. Esquema de los puntos de muestreo de las comunidades hidrobiológicas en la quebrada Bocapán y las quebradas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela 29

Figura 6.11. Esquema de las zonas de evaluación de flora silvestre 32

Figura 6.12. Esquema de la metodología para la clasificación de coberturas 39

Figura 6.13. Esquema de las zonas de muestreo de fauna silvestre en el entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 42

Figura 7.1. Relación entre la conductividad y los sólidos totales disueltos (STD) de los pozos artesanales, quebrada Bocapán y agua de mar de Tumbes 83

Figura 7.2. Relación rNa/Cl y rCa/rMg de la quebrada Bocapán y pozos artesanales 84

Figura 7.3. Relación rNa y rCl de los pozos artesanales, quebrada Bocapán y agua de mar de Tumbes 85

Figura 7.4. Diagramas de a) Piper y b) Stiff de la quebrada Bocapán y los pozos artesanales 86

Figura 7.5. Diagrama de Gibbs ($Na/Na+Ca$ vs STD) de la quebrada Bocapán y los pozos artesanales 87

Figura 7.6. Diagrama de Gibbs ($Cl/Cl+HCO_3$ vs STD) de la quebrada Bocapán y los pozos artesanales 87

Figura 7.7. Diagrama de Mifflin de la quebrada Bocapán y los pozos artesanales 88

Figura 7.8. Riqueza por Phylum de la comunidad de perifiton autótrofo 90

Figura 7.9. Abundancia por Phylum de la comunidad de perifiton autótrofo 90

Figura 7.10. Índices de diversidad de la comunidad de perifiton autótrofo 91

Figura 7.11. Riqueza por Phylum de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos ... 92

Figura 7.12. Abundancia por Phylum de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos 93

Figura 7.13. Índices de diversidad para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos 93



Figura 7.14. Riqueza y abundancia total de la evaluación de flora silvestre en las 5 zonas 95

Figura 7.15. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de las especies para las 4 plataformas..... 95

Figura 7.16. Hierbas, arbustos y lianas «evaluación cualitativa de las plataformas» 96

Figura 7.17. Composición y riqueza de flora silvestre evaluado en la plataforma Piedra candela 3X..... 97

Figura 7.18. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de las especies para las parcelas FL1, FL2, FL3 y FL4 98

Figura 7.19. Composición y riqueza de flora silvestre evaluado en el Blanco-1 99

Figura 7.20. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de las especies para las parcelas FL1, FL2, FL3 y FL4 100

Figura 7.21. Composición y riqueza de flora silvestre evaluado en la plataforma Cardo 2X 101

Figura 7.22. Rango intercuartílico y percentiles al 5% y 95% de las especies para las parcelas (FL9, FL10, FL11 y FL12)..... 101

Figura 7.23. Composición y riqueza de flora silvestre evaluado en la plataforma Cope Sur 5X..... 102

Figura 7.24. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de las especies para las parcelas (FL13, FL14, FL15 y FL16)..... 103

Figura 7.25. Composición y riqueza de flora silvestre evaluado en la plataforma Cope Sur 1X..... 104

Figura 7.26. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de las especies para las parcelas (FL17, FL18, FL19 y FL20)..... 105

Figura 7.27. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la plataforma Piedra candela 3X 106

Figura 7.28. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la zona blanco Blanco-1 107

Figura 7.29. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la plataforma Cardo 2X..... 108

Figura 7.30. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la plataforma Cope Sur 5X 109

Figura 7.31. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la plataforma Cope Sur 1X..... 110

Figura 7.32. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la zona blanco Blanco-2..... 111

Figura 7.33. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la plataforma Caracol 1X 112

Figura 7.34. Estructura horizontal (clases diamétricas) de las 5 zonas (4 plataformas y una zona blanco) 113

Figura 7.35. Estructura vertical (clase de alturas) – flora silvestre en las plataformas 114

Figura 7.36. Índice de Valor de Importancia IVI evaluados en las plataformas Piedra Candela 3X y Blanco-1 115

Figura 7.37. Índice de Valor de Importancia IVI evaluados en las plataformas Cardo 2X y Cope Sur 5X 116

Figura 7.38. Índice de Valor de Importancia IVI evaluados en la Plataforma Cope Sur 1X 116

Figura 7.39. Biomasa y captura de carbono estimada en las parcelas de las plataformas 117



Figura 7.40. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de la biomasa de las especies para las 4 plataformas y zona blanco 118

Figura 7.41. Diversidad Alfa Fisher en las parcelas de flora silvestre evaluadas en la zona de estudio 119

Figura 7.42. Diagrama de Shepard (regresión monótona) y la bondad de ajuste (NMDS) 120

Figura 7.43. Análisis de Escalamiento Multidimensional (NMDS) flora silvestre 120

Figura 7.44. Análisis Cluster Bray Curtis de las parcelas y especies de flora silvestre 121

Figura 7.45. Abundancia relativa de las especies de reptiles registradas en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939..... 124

Figura 7.46. Abundancia relativa de las especies de anfibios registradas área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 125

Figura 7.47. Curva de acumulación de especies de anfibios y reptiles en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 126

Figura 7.48. Riqueza de especies de anfibios y reptiles por zonas evaluadas en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939..... 127

Figura 7.49. Plataforma de perforación Piedra Candela 3X..... 128

Figura 7.50. Riqueza y abundancia de anfibios y reptiles en la plataforma de perforación Piedra Candela 3X ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 128

Figura 7.51. Riqueza y abundancia de reptiles en la zona Blanco-1 ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 129

Figura 7.52. Poza de agua presente en la plataforma de perforación Cardo 2X..... 130

Figura 7.53. Riqueza y abundancia de anfibios y reptiles en la plataforma de perforación Cardo 2X ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 130

Figura 7.54. Riqueza y abundancia de reptiles en la zona Cope Sur 1X ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 131

Figura 7.55. Poza de agua presente en la plataforma de perforación Cope Sur 5X 132

Figura 7.56. Riqueza y abundancia de anfibios y reptiles en la plataforma de perforación Cope Sur 5X ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939..... 132

Figura 7.57. Riqueza y abundancia de reptiles en la zona Blanco-2 ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 133

Figura 7.58. Índices de diversidad de anfibios y reptiles por zona de evaluación en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.. 134

Figura 7.59. Dendrograma de Similitud de Morisita entre las zonas de evaluación en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.. 135

Figura 7.60. Familias con mayor riqueza de especies registradas en el área de evaluación de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939..... 137

Figura 7.61. Especies con mayor abundancia registrada en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939..... 141

Figura 7.62. Curva de acumulación de especies registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939..... 142

Figura 7.63. Curvas rango – abundancia de las especies registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 143

Figura 7.64. Curva de acumulación de especies registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939..... 144

Figura 7.65. Especies de aves con la mayor abundancia total registrada en la plataforma Piedra Candela 3X 146

Figura 7.66. Especies de aves con la mayor abundancia total y relativa registradas en la zona de evaluación Blanco-1 148



Figura 7.67. Especies de aves con la mayor abundancia total y relativa registradas en la plataforma Cardo 2X 150

Figura 7.68. Especies de aves con mayor abundancia total y relativa registradas en la Plataforma Cope Sur 5X 152

Figura 7.69. Especies de aves con mayor abundancia total y relativa registradas en la Plataforma Cope Sur 1X 154

Figura 7.70. Diversidad de las aves registradas en las plataformas evaluadas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939... 155

Figura 7.71. Dendrograma de disimilitud de Morisita entre las zonas de evaluación en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 155

Figura 7.72. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) en base a las búsquedas intensivas realizadas las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939..... 156

Figura 7.73. Análisis de abundancias de las aves registradas por búsquedas intensivas entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939..... 157

Figura 7.74. Análisis RDA de la relación entre las variables de la vegetación y la diversidad de aves registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 159

Figura 7.75. Composición porcentual de especies por familia de los murciélagos..... 166

Figura 7.76. Curva de especies acumuladas de murciélagos..... 167

Figura 7.77. Composición por familia y especies de los mamíferos mayores 168

Figura 7.78. Curva de especies acumuladas de mamíferos mayores 169

Figura 7.79. Composición por zona de los murciélagos..... 170

Figura 7.80. Composición por zona de mamíferos mayores..... 170

Figura 7.81. Número de individuos de especies de murciélagos 171

Figura 7.82. Diversidad de murciélagos..... 176

Figura 7.83. Diversidad de mamíferos mayores 177

Figura 7.84. Similaridad entre las zonas de evaluación según la composición de especies de murciélagos 178

Figura 7.85. Similaridad entre las zonas de evaluación según la composición de especies de mamíferos mayores..... 179

Figura 8.1. Precipitación total mensual en a) año 2014 caracterizado por seco y b) año 2017 por la presencia de Fenómeno «El Niño Costero» 181

Figura 8.2. Precipitación total mensual histórica a) cuenca media baja y b) cuenca media alta 181

Figura 8.3. Quebradas secas o sin flujo de agua en marzo 2020 en a) Quebrada Bocapan, b) De La Capilla, c) Tucilla y d) El Avión Caído 182

Figura 8.4. Registro de a) Valores de conductividad del acuífero Casitas (históricos), pozos artesanales de El Charán y la quebrada Bocapán - QBoca1A, E-2 y E-3, b) Concentración de sulfatos, cloruros y bicarbonatos y sus porcentajes del acuífero Casitas (históricos), pozos artesanales de El Charán y la quebrada Bocapán - QBoca1A, y c) Concentración de sodio, calcio, magnesio y potasio y sus porcentajes del acuífero Casitas (históricos), pozos artesanales de El Charán y la quebrada Bocapán - QBoca1A 184

Figura 8.5. Relaciones y diagramas hidroquímicos en el acuífero Casitas (histórico), la quebrada Bocapán - QBoca1A y los pozos artesanales de El Charán en a) Diagrama de Gibbs, b) Diagrama de Mifflin, c) Relación rNa/rCl y rCa/rMg , d) Diagrama de Stiff y e) Diagrama de Piper..... 186



Figura 8.6. Concentración en la quebrada Bocapán – QBoca1A, los pozos artesanales de El Charán, aguas termales de Los Hervideros, afloramiento de los pozos abandonados Troncomocho y El Tubo, y aguas de producción de los pozos exploratorios El Cardo y Piedra Candela 3X de los parámetros a) cloruros, b) conductividad eléctrica, c) sodio, d) calcio, e) magnesio, f) boro, g) aluminio, h) manganeso, i) sulfatos y j) hierro.....	188
Figura 8.7. Pozos artesanales de El Charán en a) Pozo 1, b) Pozo 3 y c) Pozo 2.....	189
Figura 8.8. Gráficas de relación iónica de Cl v Na en a) marzo, b) julio y c) marzo y julio de la quebrada Bocapán, pozos artesanales de El Charán y el agua de mar de Tumbes e información histórica del 2009 al 2020 del spot Mancora (agua de mar) de d) temperatura superficial promedio diario y e) altura de la ola	190
Figura 8.9. Vista panorámica de la desembocadura de la quebrada Bocapan al mar de Tumbes.....	191
Figura 8.10. Variación temporal de la salinidad en la albufera Punta Balcones	192
Figura 8.11. Desembocadura de la quebrada Bocapán en marzo del 2020.....	193
Figura 8.12. Esquema de la especies en los puntos de comunidades hidrobiológicas	194
Figura 8.13. Zonas de evaluación (unidades de vegetación) en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939. a. y d. Bosque seco semi denso de colinas, b., f. y g. Bosque seco muy ralo de colinas, c. y e. Bosque seco ralo de colinas.....	195
Figura 8.14. Ubicación de parcelas permanentes entorno a la plataforma Cope Sur 5X.	196
Figura 8.15. Especie típica de bosque estacionalmente seco y endémica <i>Caesalpinia paipai</i> «Charán negro»; a. fuste de árbol; b. fruto de Charán negro.....	197
Figura 8.16. Esquema de la clasificación de coberturas y análisis de fotogrametría en las 7 zonas (5 plataformas y 2 blancos).	199
Figura 8.17. Diámetros y alturas de las especies arbóreas en el Lote XXIII.....	200
Figura 8.18. Cambios de cobertura vegetal por estacionalidad en el Lote XXIII; a. Temporada seca y b. Temporada húmeda.....	202
Figura 8.19. Zonas de evaluación en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939. a. Plataforma Piedra Candela 3X, b. Blanco-1, c. Plataforma Cardo 2X, d. Plataforma Cope Sur 1X, e. Plataforma Cope Sur 1X y f. Blanco-2	203
Figura 8.20. Especies de anfibios y reptiles más abundantes registrados en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939. a. <i>Engystomops</i> sp. b. <i>Microlophus occipitalis</i> «Capón» y c. <i>Dicrodon guttulatum</i> «Cañan».....	204
Figura 8.21. Registro de La lagartija <i>Dicrodon guttulatum</i> «Cañan» como alimento para las especies de a. aves y b. Mamíferos en el área de evaluación.....	205
Figura 8.22. Especies de anfibios distribuidos en los diferentes cuerpos de agua presentes en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939. a. <i>Trachycephalus jordani</i> «Rana de casco de Jordan» b. <i>Engystomops</i> sp., c. Renacuajos de <i>Engystomops</i> sp. y d. <i>Rhinella marina</i> «Sapo de la caña»	206
Figura 8.23. Vista panorámica del bosque tropical estacionalmente seco «BTES» entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	208
Figura 8.24. Especies registradas en el área de influencia entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	209
Figura 8.25. Especies de aves pertenecientes al EBA045 «Región Tumbesina registradas entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	210
Figura 8.26. Individuo registrado de la especie <i>Sicalis taczanowskii</i> «chirigüe de garganta azufrada» entorno a la plataforma Cope Sur 1X	211



Figura 8.27. Especies registradas entorno a la zona Blanco-1 localizada en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939	212
Figura 8.28. Especies registradas entorno a la plataforma Cardo 2X localizada en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939	213
Figura 8.29. Especies registradas en el área de influencia de la plataforma Cope Sur 1X localizada en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	214
Figura 8.30. Aves rapaces diurnas y nocturnas entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	215
Figura 8.31. Individuo registrado de la especie <i>Sarkidiornis sylvicola</i> «pato crestudo» ...	216
Figura 8.32. Especies capturadas mediante redes niebla en las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	216
Figura 8.33. Individuo registrado de la especie <i>Piezorina cinerea</i> «fringilo cinéreo» entorno a la plataforma Cope Sur 1X.....	217
Figura 8.34. Vistas panorámicas del bosque tropical estacionalmente seco «BTES» entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	219
Figura 8.35. Especies de murciélagos registrados en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	220
Figura 8.36. Especies de mamíferos mayores registrados en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.....	222



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Siglas

ACP: Área de Conservación Privada

ANA: Autoridad Nacional del Agua

APHA: American Public Health Association

ASTM: American Society for Testing and Materials

AWWA: American Water Works Association

BSE: Bosque Seco Ecuatorial

BTES: Bosques Tropicales Estacionalmente Secos

BTESE: Bosque Tropical Estacionalmente Seco Ecuatorial

DAP: Diámetro a la altura del pecho

DEAM: Dirección de Evaluación

ECA: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental

EAT: Evaluación ambiental temprana

EBAS: Endemic Bird Areas (Áreas de endemismo en aves)

EIA: Estudio de Impacto Ambiental

EPA: Environmental Protection Agency

IGA: Instrumento de Gestión Ambiental

INGEMMET: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

IARD: Índice de abundancia relativa a la distancia

ITS: Informe Técnico Sustentatorio

IVI: Índice de valor de importancia

MHN: Museo de Historia Natural

NMDS: Escalamiento multidimensional no métrico

OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

PPM: Parcelas Permanentes de Muestreo

RPAS: Remotely Piloted Aircraft System (Sistema de aeronaves pilotadas a distancia)

SACC: South American Classification Committee (Comité de Clasificación Sudamericana)

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección Técnica
Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

STEC: Subdirección Técnica Científica

UNMSM: Universidad Nacional Mayor de San Marcos

UTM: Universal Transverse Mercator (Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator)

VES: Visual encounters survey (Búsquedas por encuentro visual)

WEF: Water Environment Federation

WGS 84: World Geodetic System 1984

Acrónimos

CENEPRED: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

Inacal: Instituto Nacional de Calidad

Minag: Ministerio de Agricultura

Minam: Ministerio del Ambiente

Minagri: Ministerio de Agricultura y Riego

Inrena: Intendencia de Recursos Naturales

IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Permanova: Permutational multivariate analysis of variance (Análisis multivariante de permutación de la varianza)

RAINFOR: Red Amazónica de Inventarios Forestales

Senamhi: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

Serfor: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre

SIMPER: Similarity percentage (Porcentaje de disimilitud)



1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la Evaluación ambiental temprana (en adelante, EAT¹) realizada en enero y marzo de 2020, localizada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 en el entorno de las plataformas Cope Sur 1X y 5X, Caracol 1X y 4X, Cardo 2X y Piedra Candela 3X del Lote XXIII (en adelante, proyecto Lote XXIII) para la evaluación de agua superficial, comunidades hidrobiológicas, flora y fauna silvestre.

Este informe contiene los resultados, análisis, discusión y conclusiones de los estudios realizados por la Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM) del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), como parte del Planefa² del 2020.

El proyecto Lote XXIII es administrado por Upland Oil and Gas LLC. Sucursal del Perú (en adelante, Upland), subsidiaria de Upland Oil and Gas LLC, y cuya anterior administración estuvo a cargo de BPZ Exploración and Producción S.R.L. (en adelante, BPZ)^{3,4}.

Geográficamente, el proyecto Lote XXIII se encuentra en la zona norte del referido Lote, en la parte baja de la cuenca Bocapán (unidad hidrográfica 13936) del distrito Zorritos y en el Intercuenca 13939 del distrito La Cruz (caserío Ganadero El Charán), cuyos cuerpos de agua principales, quebradas Bocapán y Charán, desembocan en el océano Pacífico.

Con la finalidad de contar con datos ambientales físicos y biológicos complementarios a la información elaborada para los instrumentos de gestión ambiental (en adelante, IGA), y antes del inicio de las actividades de explotación con un enfoque preventivo sobre los posibles impactos futuros en el proyecto, se evaluó el agua (parámetros fisicoquímicos y comunidades hidrobiológicas) en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939, para lo cual se priorizó las quebradas de influencia directa a las plataformas consideradas en el presente estudio y el análisis del agua de los pozos artesanales del caserío El Charán, los cuales son utilizados para la bebida del ganado caprino y vacuno y el riego de cultivos locales.

De otro lado, se evaluó la flora y fauna silvestre debido a la relevancia por el tipo de ecosistema donde se encuentra ubicada el proyecto Lote XXIII, el cual corresponde a un bosque seco ecuatorial (en adelante, BSE) ubicado en el sur de Ecuador y el norte del Perú. El BSE es una zona de importancia biológica por ser un ecosistema singular y bioma único en el mundo, que está amenazado y del cual se conoce poco (Mittermeier *et al.*, 2005). Asimismo, el BSE presenta alto grado de endemismo de especies de flora y fauna silvestre, con características ecológicas y fisiológicas particulares que les permiten desarrollarse en este ecosistema (Espinosa *et al.*, 2012).

¹ La Evaluación Ambiental Temprana (EAT) permite determinar el estado de la calidad ambiental y contar con un diagnóstico de las causas o efectos de la alteración en el área de estudio. Se desarrolla cuando no se tiene información sobre la existencia de impactos.

² El Plan Anual de Fiscalización Ambiental (Planefa) es el instrumento a través del cual cada Entidad de Fiscalización Ambiental (EFA) planifica las acciones de fiscalización ambiental (evaluación y supervisión ambiental, así como el ejercicio de la potestad sancionadora) de su competencia a ser efectuadas en el año calendario siguiente. El Planefa es elaborado, aprobado y reportado en su cumplimiento por la EFA, de acuerdo con las directivas que el OEFA establezca para tal efecto.

³ El 21 de noviembre de 2007, mediante Decreto Supremo N.º 0062-2007-EM, se autorizó la firma del Contrato de Licencia para la Exploración y Explotación de Hidrocarburos en el Lote XXIII, que celebraron Perupetro S.A. y BPZ Exploración y Producción S.R.L., por un plazo de 30 años.

⁴ Mediante Decreto Supremo N.º 016-2016-EM del 23 de julio de 2016, se aprueba la cesión de posición contractual del Contrato de Licencia para Exploración y Explotación de Hidrocarburos en el Lote XXIII por parte de BPZ Exploración y Producción S.R.L. a favor de UPLAND OIL AND GAS L.L.C., SUCURSAL DEL PERÚ y el 17 de mayo de 2017 se suscribió la modificación del contrato en el Lote XXIII a efectos de reflejar la cesión de posición contractual de BPZ a favor de UPLAND.



El BSE brinda además servicios ecosistémicos de provisión (frutos, leña, madera), y regulación para la protección del suelo, regulación hídrica, reciclado de nutrientes, regulación del clima, entre otros (Minam, 2019); sin embargo, en las últimas décadas, las actividades humanas como el avance de las poblaciones, la deforestación, agricultura, ganadería y los proyectos de inversión (hidrocarburos y minería), generan una presión constante sobre este ecosistema, lo cual tendría un efecto directo en la biodiversidad presente en este bioma único en el mundo (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010, Berlanga *et al.*, 2010; Loya-Carrillo *et al.*, 2013). El conocimiento de la diversidad biológica de este tipo de ecosistema es fundamental para valorar el potencial de conservación y el uso de sus recursos o servicios ambientales (Kleinn y Morales, 2002).

En ese contexto, la DEAM del OEFA dentro del marco de sus funciones y su Reglamento aprobado mediante Resolución del Consejo Directivo N.º 00013-2020-OEFA/CD⁵, realizó la presente EAT entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939, en el 2020 con la finalidad de determinar la calidad de agua y evaluar las comunidades hidrobiológicas, flora y fauna silvestre ante alguna alteración de las actividades extractivas futuras, principalmente en la concentración de metales en el agua y la diversidad de especies por el alto grado de endemismo que existe en el área de influencia del proyecto Lote XXIII.

En tal sentido, al fin de recabar la información técnica y social para el desarrollo del estudio, del 30 de enero al 2 de febrero de 2020 se realizó el reconocimiento técnico ambiental, cuya actividad fue presentada mediante el Reporte N.º 007-2020-STEC y la coordinación previa, la cual fue llevada a cabo el 28 y 29 de enero, fue indicada en el Reporte N.º RCC_002_2020_STEC. Mientras del 1 al 3 de marzo de 2020 se desarrolló la convocatoria, inducción y el taller para la presentación de la propuesta del plan de monitoreo del proyecto Lote XXIII señaladas en las etapas del Reglamento de participación ciudadana del OEFA⁶ y el 4 de marzo de 2020 se recolectó los datos del caserío El Charán. Dichas etapas del Reglamento están indicadas en el Reporte N.º RCC_006_2020-STEC. En tanto, la ejecución del monitoreo en la temporada húmeda de agua y comunidades hidrobiológicas se realizó del 4 al 6 de marzo de 2020, y la evaluación de flora y fauna silvestre se llevó a cabo del 4 al 14 de marzo de 2020. Ambas actividades están registradas en el Reporte N.º 023-2020-STEC.

Cabe señalar que debido a las características climatológicas del área de estudio (Intercuenca 13939 y la cuenca Bocapán – Distrito Zorritos), al ser una zona desértica cálida con deficiencias de lluvias en todas las estaciones del año y con humedad relativa calificada como seca⁷ (Senamhi, 2016), no hubo las precipitaciones suficientes para formar escorrentías en los cauces de las quebradas; por lo que no se tomaron muestras de agua, excepto en la quebrada Bocapán. Otro contratiempo durante el trabajo de campo fue que debido a la declaración del Estado de Emergencia Nacional mediante el Decreto Supremo

⁵ Publicado en el Diario Oficial El Peruano el 19 de julio de 2020.

⁶ Aprobado por Resolución de Consejo Directivo N.º 032-2014-OEFA/CD y modificado mediante la Resolución de Consejo Directivo N.º 003-2016-OEFA/CD.

⁷ De acuerdo con la clasificación de Werren Thornthwaite se le asignó el código: (E(d)A'H3) – Clima Templado Sub-Humedal (De Estepa y Valles Interandinos Bajos. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>) (consultado el 17 de agosto de 2020).



N.º 044-2020-PCM⁸ y Decreto Supremo N.º 046-2020-PCM⁹ por lo cual la evaluación fue interrumpida el 14 de marzo de 2020.

La información del presente informe será necesaria para diseñar planes de vigilancia ambiental que permitan un monitoreo adecuado, y constituye un soporte técnico por parte de la Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM) del OEFA para una efectiva y oportuna supervisión y fiscalización ambiental posterior.

2. ANTECEDENTES

Para entender el contexto de los resultados de agua, comunidades hidrobiológicas, flora y fauna silvestre en el proyecto Lote XXIII, se realizó la recopilación, revisión, análisis y síntesis de la información ambiental existente. La información detallada se encuentra en el Anexo 1 (Tablas de antecedentes). A continuación, se describe el resumen de los datos referente a las diversas fuentes de consulta de las entidades públicas y privadas.

El proyecto de Lote XXIII cuenta con 8 instrumentos de gestión ambiental (IGA) aprobados desde 2010 a 2020, 7 de los cuales fueron aprobados por el Ministerio de Energía y Minas (Minem) y 1 por el Servicio Nacional de Certificación Ambiental (Senace), para realizar actividades de exploración hidrocarburífera en la concesión del Lote XXIII, tales como el levantamiento Sísmico 2D y 3D (incluye modificación de líneas sísmicas 2D), reubicación y perforación de pozos exploratorios en las plataformas del presente estudio, a excepción de Cope Sur 1X donde no se realizó ninguna actividad.

Los resultados de agua de los instrumentos de gestión ambiental (IGA) indican que en la quebrada Bocapán en julio de 2008 (temporada seca), las concentraciones de sólidos totales disueltos (STD) y fenoles superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua del 2008 de la categoría 4 en los ríos de costa y sierra y Ecosistemas Marino Costeros: Estuarios (solo en la desembocadura). Asimismo, en la misma quebrada en marzo de 2012 (temporada húmeda), los sólidos totales en suspensión (SST), nitrógeno amoniacal y sulfuro de hidrógeno superaron el valor de la misma categoría 4 en julio de 2008. En el caso del análisis de pozo (Q-1) del caserío de El Charán evaluado en marzo de 2010, la conductividad, los sólidos totales disueltos (STD), dureza total, cloruros y sulfatos superaron los ECA para agua del 2008 de la categoría 1 – subcategoría A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

El agua superficial del mar de Tumbes frente al litoral del distrito Zorritos (aproximadamente a 11 km) – el cual fue considerado para el análisis del punto de muestreo de la quebrada Bocapán antes de la desembocadura al océano Pacífico (QBoca3), fueron obtenidos del Informe de monitoreo Ambiental Yacimiento Corvina del 2014 para enero y julio. Los datos de este Informe fueron utilizados como línea base de calidad de agua marina del Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Ampliación de la Disposición Final de Agua de Producción del Yacimiento Corvina en el Lote Z-1 elaborado por BPZ Exploración and

⁸ Decreto Supremo N.º 044-2020 «Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19» del 15 de marzo de 2020, en donde se declara el Estado de Emergencia Nacional por el plazo de quince (15) días calendario, y dispóngase el aislamiento social obligatorio (cuarentena), por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19.

⁹ Decreto Supremo N.º 046-2020 «Decreto Supremo que precisa el Decreto Supremo N.º 044-2020-PCM, que declara el Estado de Emergencia Nacional, por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID 19» del 18 de marzo de 2020, en donde se precisa el artículo 4 con la finalidad de adoptar acciones complementarias que precisen las limitaciones al ejercicio del derecho a la libertad de tránsito de las personas en el marco del Estado de Emergencia Nacional, y lograr con ello, la adecuada y estricta implementación de la inmovilización social obligatoria.



Producción S.R.L. (BPZ, 2015), el cual fue aprobado mediante Resolución Directoral N.º 357-2015-MEM/DGAAE el 2 de octubre de 2015.

Asimismo, para la evaluación temporal de QBoca3 relacionado a la temperatura del mar y la altura de la ola se utilizó la información de los spots Punta Balcones¹⁰ y Máncora¹¹ de la base de datos del servidor Windguru.

Con relación a la información de otras Entidades Públicas, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico elaboró el Boletín N.º 22 Serie D. Estudios Regionales - Aguas termales y minerales en el norte del Perú (Huamaní, 2000), en donde se evaluaron 2 fuentes termales: cloruradas sódicas del pozo de exploración abandonado «Troncomocho» y los baños de barro termomedicinales «Los Hervideros», mientras que el Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri) realizó 4 estudios sobre el acuífero Casitas desde los pueblos de Ciénego Norte y Pitayal hasta el Trigal (distrito de Casitas), 1 como ex Ministerio de Agricultura (Minag, 1986), 2 por medio del Instituto Nacional de Recursos Naturales (Inrena, 1997 e Inrena, 2006) y 1 de la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2018).

De otro lado, el Servicio Nacional de Denuncias Ambientales (Sinada) del OEFA cuenta con 3 registros relacionados a las actividades de BPZ, la primera de octubre de 2009 (código SC-0088-2009), en la cual se denuncia el vertimiento de petróleo por el levantamiento sísmico 2D y 3D; la segunda de diciembre de 2013 (código ODTU-0016-2013) en que se denuncia la destrucción de un cerro para utilizar el material afirmado para la construcción del acceso a la plataforma «Macho Muerto» y el desbroce de plantaciones sin contar con los permisos y modificación del EIA respectivos; y la tercera de enero de 2014 (código SC-0061-2014) por la deposición de material extraído por la perforación de un nuevo pozo petrolero.

En tanto, la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas (DSEM) y la Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM) del OEFA realizaron 7 actividades en el ámbito del Lote XXIII (Pozos Caracol 1X y 4X, Piedra Candela 3X, Cope Sur 5X y Cardo 2X) del 2014 al 2019, de los cuales 4 fueron supervisiones regulares, 2 supervisiones especiales y 1 identificación de pasivo ambiental¹². Los resultados de dichos trabajos fueron 10 hallazgos de incumplimiento, 9 hechos detectados con 7 recomendaciones de Proceso Administrativo Sancionador (PAS) y finalmente la identificación del pozo exploratorio abandonado R_X67 conocido como «El Tubo» (OEFA, 2016) en donde aflora agua de formación (clorurada sódica) y emisión de gases fugitivos (Compuestos Orgánicos Volátiles - COVs).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Realizar la Evaluación ambiental temprana entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939, en el 2020.

¹⁰ Disponible en: <https://www.windguru.cz/52601> (consultado el 10 de setiembre de 2020).

¹¹ Disponible en: <https://www.windguru.cz/52624> (consultado el 10 de setiembre de 2020).

¹² Informe N.º 684-2014-OEFA/DS-HID, Informe N.º 0055-2016-OEFA/DE-SDCA-CIPASH, Informe N.º 521-2015-OEFA/DS-HID, Informe de Supervisión Directa N.º 5458-2016-OEFA/DS-HID, Informe de Supervisión Directa Complementario N.º 43-2107-OEFA/DS-HID, Informe N.º 386-2018-OEFA/DSEM-CHID, Informe N.º 417- 2019-OEFA/DSEM-CHID.



3.2. Objetivos específicos

- Determinar la calidad de agua en las quebradas y pozos artesanales¹³ entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.
- Evaluar las comunidades hidrobiológicas (perifiton y macroinvertebrados bentónicos) en las quebradas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.
- Evaluar la flora silvestre en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.
- Evaluar la fauna silvestre (anfibios y reptiles, aves y mamíferos) en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El Lote XXIII se ubica en el departamento Tumbes, con un área concesionada aproximada de 93128,96 hectáreas abarcando las provincias de Tumbes (distritos La Cruz y Corrales) y Contralmirante Villar (distritos Zorritos y Canoas de Punta Sal). El área estudio se encuentra geográficamente en la zona norte del referido Lote, en los distritos de Zorritos y La Cruz, dentro del área de influencia indirecta determinada por BPZ (2013) y Upland (2018) y la cual se visualiza en la Figura 4.1.

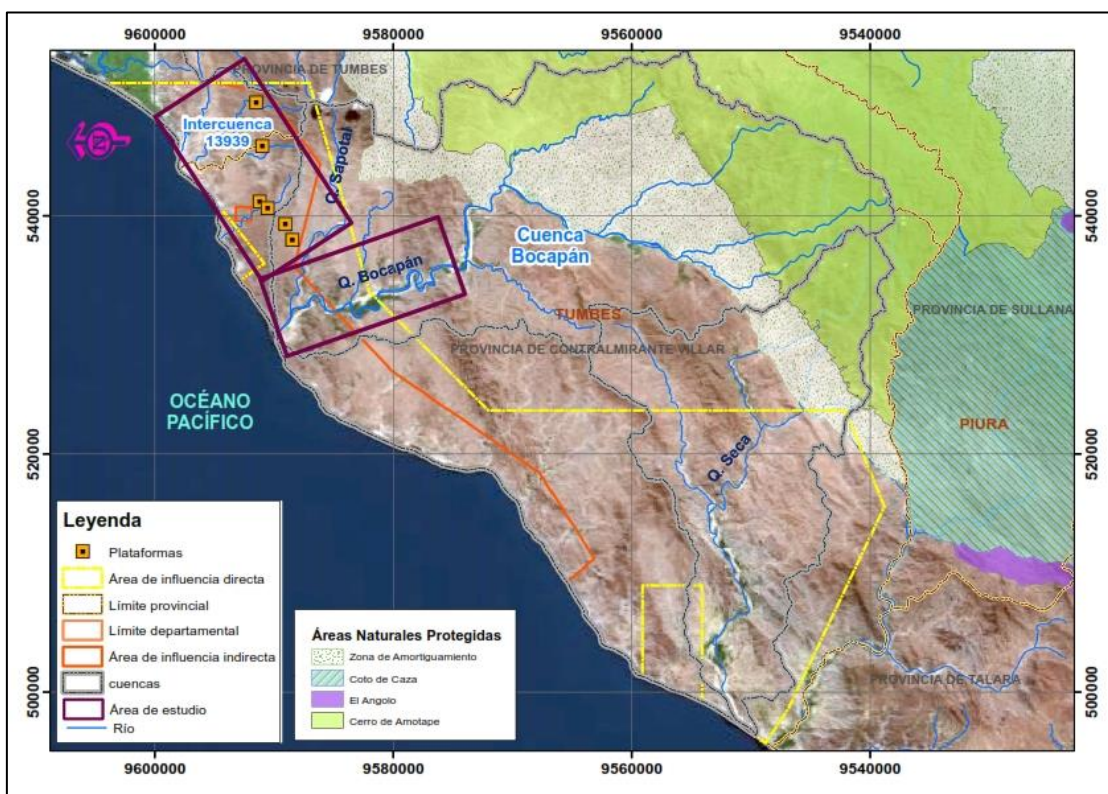
Asimismo, al este del área de estudio se encuentra la Reserva de Biósfera Noroeste Amotapes-Manglares¹⁴ que incluye al Parque Nacional Cerros de Amotape, el Coto de Caza El Angolo, ambos establecidos en 1975 y la Reserva Nacional de Tumbes, establecida en el 2006. Hidrográficamente, el área de estudio se encuentra en la vertiente del océano Pacífico, en la cuenca Bocapán (unidad hidrográfica 13936) y la Intercuenca 13939, cuyas quebradas principales Bocapán y Urbina respectivamente desembocan en el océano Pacífico.

Las plataformas Cope Sur 1X y 5X están localizadas en el distrito Zorritos, provincia Contraalmirante Villar, en la parte media de la microcuenca de la quebrada Tucilla, y las plataformas Caracol 1X y 4X están en la misma ubicación geopolítica que Cope Sur, pero en la parte baja de cuenca Bocapán. Mientras que las plataformas Cardo 2X y Piedra Candela 3X están localizadas en el caserío El Charán, distrito La Cruz, provincia Tumbes, en la microcuenca de la quebrada Charán-Urbina que pertenece a la Intercuenca 13939.

¹³ Pozo artesanal o tajo abierto: Estructura hidráulica para la captación de agua subterránea, construida mediante excavación manual, generalmente revestido o anillado de concreto o ladrillo, son construidos en acuíferos libres someros, con diámetros promedio de 0,90 a >1,20 m (ANA, 2020).

¹⁴ El 2016, la Unesco aprobó su ampliación incluyendo el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, incrementando su extensión a 961414,52 hectáreas, y modificando su nombre a Reserva de Biósfera del Noroeste Amotapes-Manglares.

Disponible en: <https://www.sernanp.gob.pe/reserva-de-biosfera-noroeste> (consultado el 12 de agosto de 2020).

**Figura 4.1.** Área de estudio del proyecto Lote XXIII

Fuente: Elaborado a partir del BPZ (2013) y Upland (2018)

De otro lado, la evaluación de la calidad agua y comunidades hidrobiológicas abarcó las quebradas intermitentes – entre paréntesis la plataforma de referencia respectiva, El Bolón (Piedra Candela 3X), El Avión Caído (Cardo 2X), Tucilla (Cope Sur 2X y 5X) que pertenecen a la Intercuenca 13939. Asimismo, se consideró los siguientes cuerpos de agua superficial en la cuenca Bocapán: la quebrada intermitente De la Capilla (Caracol 1X y 4X) y la quebrada Bocapán, desde el límite de los caseríos del Trigal (Casitas) y Suarez (Zorritos) hasta su desembocadura al océano Pacífico (Figura 4.2).

En tanto, la evaluación de la flora y fauna silvestre comprendió el área entorno a las plataformas del Lote XXIII en un radio de acción aproximado de 250 m, fuera del área de influencia directa de las plataformas¹⁵, ubicadas en: Cope Sur 1X y 5X (Intercuenca 13939) y Caracol 1X y 4X (cuenca Bocapán), con un punto blanco en la Intercuenca 13939 y un punto blanco en la cuenca Bocapán (Figura 4.2).

¹⁵ Informe Técnico Sustentatorio del Proyecto de Reubicación de Plataformas de Perforación de 02 Pozos Exploratorios y 19 Pozos Confirmatorios del EIA de Perforación de 36 Pozos en la Fase de Exploración (6 Exploratorios y 30 Confirmatorios), en el Lote XXIII -Tumbes.

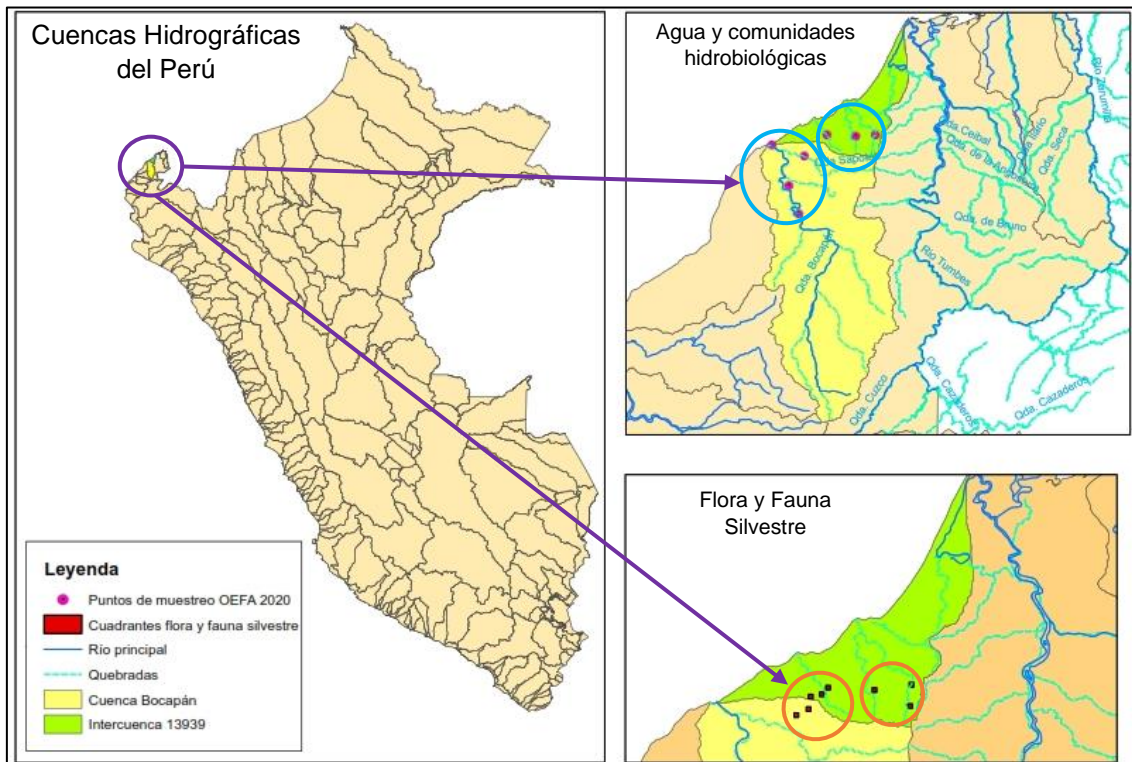


Figura 4.2. Áreas de evaluación de agua, comunidades hidrobiológicas, flora y fauna silvestre del proyecto Lote XXIII

4.1. Hidrología y geología regional

4.1.1. Hidrología

Las principales unidades hidrográficas de la región de Tumbes corresponden a los ríos Tumbes, Zarumilla y Bocapán, las cuales pertenecen a la vertiente del Pacífico. La región de Tumbes, ubicada en la costa Norte del Perú, es una región fuertemente influenciada por el Fenómeno El Niño. De acuerdo con Lavado-Casimiro *et al.* (2014) las precipitaciones extremas en la costa norte está vinculada con el calentamiento de la región Niño 1+2. Respecto al régimen estacional, la época de avenida se produce entre enero a mayo, mientras que la época seca se produce entre julio y noviembre, siendo marzo el mes con mayor registro de precipitación (León, 2014).

Según la clasificación climática realizada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi) mediante el método de Thornthwaite, la región de Tumbes presente 2 regiones climáticas: árido con deficiencia de lluvias – cálido húmedo y árido con deficiencia de lluvia- semicálido húmedo; dicha clasificación fue realizada de acuerdo con la precipitación efectiva, distribución de la precipitación, eficiencia de temperatura y humedad atmosférica.

4.1.2. Geología regional

Las unidades estratigráficas correspondientes al área de estudio son:

El contexto geológico del área de estudio ha sido descrito en la cuenca de Tumbes, como se muestra en el mapa geológico regional (Anexo 2). Las unidades estratigráficas (Rainwater, 1972) son detalladas a continuación:



Formación Tumbes: Está constituida por areniscas de grano fino a medio, subangular, de cuarzo y cuarcita oscura, algo piritosa y glauconítica, friable a deleznable, con intercalaciones de arcillitas masivas, abigarradas, blandas, bentoníticas. Se presentan algunos horizontes con abundante glaucomita.

Grupo Talara: el cual se extiende de la faja costanera, en esta región el grupo Talara se divide en dos secciones: inferior y superior. La primera consiste en un conglomerado basal con guijarros de cuarzo, cuarcitas, areniscas arcillosas de color gris, siguiendo areniscas arcillosas gris verdes algo oscuras; la parte superior está compuesta por una secuencia lutáceas gris oscuras, hacia el Este tiene restos de plantas, capas finas ferruginosas con concreciones que se intercalan con areniscas grano fino muy delgadas de bentónica.

Formación Máncora: constituida por areniscas de grano fino a grueso con matices de abigarrados por intemperismo. Se observan niveles lenticulares de conglomerados con matriz – arcillosa, a veces contenido de carbón y concreciones ferruginosas.

Formación Heath: extendiéndose desde Plateritos donde se prolonga como una faja paralela a las estructuras que siguen la dirección de la cadena de Amotapes. En la quebrada Bocapán la Formación presenta en la parte inferior lutitas marrón intemperizada a ocre, debido a la oxidación contienen yeso. Hacia arriba se observan areniscas terrosas poco consolidadas, lutitas tobáceas que intemperita a ocre con algunos niveles de areniscas.

Respecto a depósitos no metálicos en la zona de estudio de acuerdo con Palacios (1994), en el distrito de Zorritos se tiene afloramientos de mantos de carbón situados en pequeñas quebradas entre ellas la quebrada Bocapán.

4.2. Contexto Social

La presente EAT abarcó los distritos de Zorritos y El Charán; no obstante, solo se registró una localidad local dentro del área de estudio, que corresponde al caserío El Charán (dividido en los sectores El Charán I y II), cuya fecha de fundación tiene como fecha el 24 de junio de 1920 según mencionan sus habitantes.

De acuerdo con el Reporte N.º RCC_006_2020-STEC, el caserío El Charán tiene una población de 81 moradores, entre hombres y mujeres, ubicados en 35 viviendas que intercalan su permanencia entre el caserío donde tienen sus casas de campo y de cuidado de ganado, y Caleta La Cruz donde tienen también viviendas y familiares. La citada información fue brindada por la autoridad local representada por el sr. Oscar Raymundo Astudillo Ramírez¹⁶. La cantidad de habitantes difiere de la base de datos del INEI¹⁷, que indica que la localidad tiene 9 personas (7 varones y 2 mujeres). Esta menor cantidad de personas se debe a que el censo se realizó un domingo, cuando los fines de semana la mayoría de los pobladores de El Charán se encuentran en Caleta La Cruz.

Una de las principales organizaciones locales del caserío es El Comité de Desarrollo del caserío ganadero El Charán, cuya presidenta es la Sra. Cristina Judith Sánchez Preciado con vigencia de cargo de 2 años (5 de abril del 2018 al 2020). Esta organización representa a los moradores de El Charán I y II y está conformada por 7 personas: 1 presidenta, 1 vicepresidenta, 1 secretario, 1 tesorero y 3 vocales. El Comité de Desarrollo se originó a partir de una organización de defensa del bosque seco y cuenta con un local comunal con

¹⁶ Teniente Gobernador designado por la subprefectura de la Cruz y su vigencia depende de esta instancia.

¹⁷ Directorio Nacional de Centros Poblados de Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Disponible en: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm (consultado el 16 de agosto de 2020).



hospedaje en desuso y que desean reactivar. Otra organización social es la Asociación de ganaderos unidos El Charán I y II – La Cruz fundada el 8 de abril del 2015 y presidida por el Sr. Gianmarco Oliven Correa. Por otro lado, no cuentan con otras organizaciones sociales y de trascendencia como clubes de madres, comedores populares, junta de regantes, rondas campesinas, comités medioambientales, entre otros.

Con respecto al acceso de los servicios básicos, el agua es un recurso muy escaso en el caserío, por lo que se compra o acarrea desde Caleta La Cruz. Esta necesidad se debe a que el agua subterránea es captada mediante los pozos artesanales o artesianos; pocas familias cuentan con esta infraestructura, y de acuerdo con el reporte comunitario, el agua no es para consumo. Otro problema es la fuente de energía eléctrica, pues menos de la mitad de las viviendas cuentan con instalaciones eléctricas, y hay uso frecuente de velas y mecheros; y excepcionalmente los pequeños generadores son usados para su local comunal.

En cuanto al servicio público de salud, el establecimiento más cercano está a 20 minutos en movilidad motorizada en Caleta La Cruz de Categoría I-3 (Primer nivel de atención), que pertenece a la microred de atención Corrales de la red Tumbes. Asimismo, el caserío no cuenta con servicios públicos de educación, aunque la población refiere que en los primeros años de existencia de El Charán (1920), funcionaba una institución educativa primaria que fue cerrada años después por la falta de alumnos.

En relación con la problemática socioambiental, la preocupación de los pobladores del caserío El Charán es el avance de las concesiones de material de acarreo en la microcuenca Charán-Urbina – Intercuenca 13939, que han llegado hasta sus linderos, por lo que una de las propuestas es la creación de una Área de Conservación Privada (ACP) administrada por el caserío.

5. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

La EAT se desarrolló en el marco del Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 032-2014-OEFA/CD, y su modificatoria aprobada mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 003-2016-OEFA/CD, el cual cuenta con la siguientes etapas:

Coordinación previa con los actores involucrados

1. Convocatoria
2. Inscripción en los programas de inducción
3. Realización de la inducción
4. Taller para la presentación de la propuesta del plan de monitoreo ambiental participativo
5. Ejecución del monitoreo ambiental participativo
6. Taller para la presentación de los resultados del monitoreo ambiental participativo

En adición a las etapas anteriores, para determinar los puntos de muestreo de agua y las zonas de evaluaciones de flora y fauna silvestre, del 27 de enero al 3 de febrero de 2020 se realizó el reconocimiento técnico ambiental (Reporte N.º 007-2020-STEC).

5.1. Etapa 1: Coordinación previa con los actores involucrados

Antes del inicio de la reunión con los actores sociales en los lugares de su jurisdicción, se llevó a cabo la reunión de coordinación para las acciones a realizar en el Lote XXIII con la



empresa Upland Oil and Gas LLC. Sucursal del Perú el 21 de enero de 2020 a las 15:00 horas en las instalaciones del OEFA – sede principal¹⁸.

La coordinación previa se desarrolló el 28 y 29 de enero de 2020 en Tumbes y los distritos de La Cruz y Zorritos (Reporte N.º RCC_002_2020_STEC), cuyo detalle se indica en la Tabla 5.1. Cabe resaltar que se coordinó además con estudiantes y egresados de la Universidad de Tumbes para su participación en las siguientes etapas.

Tabla 5.1. Actores sociales relacionados al proyecto Lote XXIII

Actor	Área	Fecha de reunión	Distrito	Provincia	Departamento
Municipalidad provincial de Tumbes	Gerencia de Desarrollo Económico	28 de enero	Tumbes	Tumbes	Tumbes
Gobierno Regional de Tumbes	Gerencia regional de recursos naturales y Gestión del Medio Ambiente	28 de enero	Tumbes	Tumbes	
Municipalidad distrital de La Cruz	Gerencia de servicios públicos	28 de enero	La Cruz	Tumbes	
Caserío El Charán	Comité de Desarrollo del caserío ganadero El Charán	28 de enero	La Cruz	Tumbes	
Municipalidad Provincial de Contralmirante Villar - Zorritos	Subgerencia de Gestión Ambiental	28 de enero	Zorritos	Contralmirante Villar	
Administración Local del Agua (ALA) Tumbes	Calidad de agua	29 de enero	Tumbes	Tumbes	

5.2. Etapa 2: Convocatoria

Las acciones de convocatoria se realizaron a través de la Gerencia de Recursos Naturales y de Gestión Ambiental del Gobierno Regional de Tumbes, área a la cual se remitió las invitaciones. Esta Gerencia facilitó su local para la realización del taller y colaboró con las comunicaciones de los participantes para funcionarios públicos (no pudieron participar aquellos que tenían contrato por locación de servicios), personas del ámbito privado y estudiantes y egresados de la Universidad de Tumbes.

Asimismo, el Comité de Desarrollo que agrupa a los pobladores de El Charán, a quien se hizo llegar la comunicación de invitación, también facilitó su local comunal para la realización del taller dirigido para la población de El Charán I y II.

5.3. Etapa 3: Inscripción en los programas de inducción

Esta etapa no se llevó a cabo (entrega de listas en físico para las firmas de inscripción) debido a que se confirmó la presencia de los actores mediante llamadas telefónicas.

5.4. Etapa 4: Realización de la inducción y Etapa 5: Taller para la presentación de la propuesta del plan de monitoreo ambiental participativo

Los talleres fueron realizados en castellano y el contenido de la presentación contemplo los siguientes temas:

¹⁸ La reunión fue notificada a Upland Oil and Gas LLC. Sucursal mediante Carta N.º 00003-2020-OEFA/DEAM.



Realización de la inducción:

- Organigrama del OEFA
- Etapas de una evaluación ambiental
- La Evaluación ambiental temprana (EAT)

Realización del taller de presentación

- Área de estudio
- Objetivos y parámetros para evaluar
- Justificación Flora y Fauna
- Metodologías de la evaluación
- Cronograma

En los talleres se resolvieron las dudas de los participantes y se reforzó la explicación sobre las competencias del OEFA ante las referencias a la contaminación ambiental por parte de las actividades de minería no metálica en la zona de estudio.

Se solicitó la participación de la población para el acompañamiento en la toma de muestras y del recojo de datos para la evaluación, obteniéndose una respuesta positiva, por lo que se logró comprometer a estudiantes y egresados de la Universidad de Tumbes y a miembros de la población para que participen en la ejecución de la evaluación como observadores y como apoyo del equipo técnico.

5.5. Etapa 6: Ejecución del monitoreo ambiental participativo

La ejecución de monitoreo se realizó con la participación mayoritaria de estudiantes de la Universidad de Tumbes en la temporada seca (marzo 2020). La designación de cada participante en la ejecución fue concertada con todos los asistentes en los talleres.

5.6. Etapa 7: Taller para la presentación de los resultados del monitoreo ambiental participativo

En esta última etapa, el OEFA informará sobre las labores de monitoreo realizadas en campo y explicará los resultados obtenidos de forma clara, sencilla y accesible. La fecha de exposición del taller será coordinada con todos los actores sociales, priorizando los mismos lugares de los talleres de la Etapas 4 y 5. El resumen de la participación ciudadana de la EAT del proyecto Lote XXIII se muestra en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Participación ciudadana en la ejecución de la EAT en el proyecto Lote XXIII

Etapa	Fecha	Participantes hombres	Participantes mujeres	Total
Etapa preliminar reconocimiento ^(A)	Del 30 de enero al 2 de febrero de 2020	-	-	-
Etapa 1 Coordinación previa con los actores involucrados	28 y 29 de enero de 2020	8	3	11
Etapa 2 Convocatoria ^(B)	1 de marzo de 2020	-	-	-
Etapa 3 Inscripción en los programas de inducción	1 de marzo de 2020	-	-	-
Etapa 4 Realización de la inducción	2 y al 3 de marzo de 2020	29	10	39
Etapa 5 Taller para la presentación de la propuesta del plan				

Etapa	Fecha	Participantes hombres	Participantes mujeres	Total
Etapa 6 Ejecución del monitoreo	Del 4 al 6 de marzo de 2020	1	1	2
	Del 4 al 14 de marzo de 2020	8	4	12
Etapa 7 Taller para la presentación de resultados ^(C)	-	-	-	-

- No se cuenta con registro debido a que la actividad se realizará posterior a la emisión del informe final.
- (A) Esta etapa no está considerada en el reglamento de Participación Ciudadana, pero es necesaria para el reconocimiento técnico del área de estudio.
- (B) La convocatoria se realizó mediante llamadas telefónicas (especificar medios)
- (C) Actividad pendiente hasta la emisión del informe final.

6. METODOLOGÍA

Para determinar los posibles efectos contaminantes del Lote XXIII, se tuvo en consideración la ubicación de los pozos Caracol 1X y 4X, Cope Sur 1X y 5X, El Cardo 2X y Piedra Candela 3X que podrían influir en los componentes ambientales: agua (calidad y comunidades hidrobiológicas) y la flora y fauna silvestre, como receptores ante la posibilidad de ocurrencias de algún evento durante el desarrollo de la exploración y explotación. El modelo conceptual elaborado para esta EAT se presenta en la Figura 6.1.

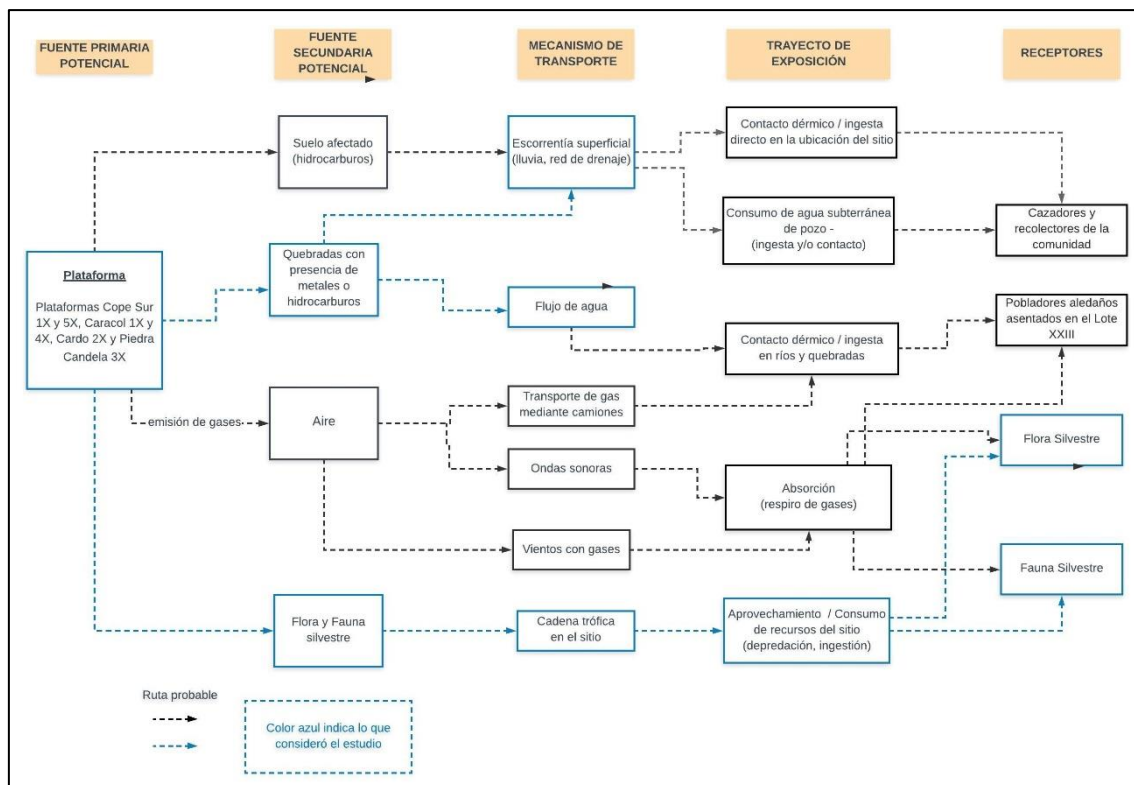


Figura 6.1. Modelo conceptual de la evaluación ambiental temprana del proyecto Lote XXIII

Los resultados de los 2 puntos de muestreo de la quebrada Bocapán, cuya toma fue de manera puntual o simple, se evaluaron por separado. El QBoca1A fue asociado con los pozos artesianos del acuífero de Casitas (análisis hidroquímico), mientras que QBoca3 (antes de la desembocadura al océano Pacífico) fue relacionado al comportamiento físico y químico (conductividad, sólidos totales disueltos e iones) del mar de Tumbes. Cabe resaltar



que QBoca1A se evaluó en el distrito Zorritos (límite con el distrito de Casitas), debido a que la jurisdicción geopolítica de los IGA asociado al Lote XXIII corresponde a dicho distrito.

En tanto, los pozos artesanales, de muestreo simple y establecidos luego del taller de las etapas 4 y 5 de participación ciudadana, se ubicaron netamente en el caserío El Charán, en la microcuenca Charán-Urbina de la Intercuenca 13939 y distribuidas de manera que se asociaron con un área de drenaje de agua subterránea. Los resultados fueron relacionados a QBoca3 y las fuentes termales evaluadas por el Ingemmet (2000) y el OEFA (2014), y además enlazados hidroquímicamente con los pozos artesanales del acuífero Casitas.

Para el diseño de muestreo de flora y fauna silvestre, la propuesta fue evaluarlos en el entorno a las plataformas Cardo 2X y Piedra Candela 3X y su zona blanco denominado Blanco-1; y las plataformas Cope Sur 1X y 5X, y Caracol 1X y su zona Blanco-2. Cada zona blanco tiene formaciones vegetales similares a sus respectivas plataformas evaluadas, con un radio aproximado de acción de 250 m (25 ha aproximadamente) que sirvieron como zona de comparación «ecosistema ideal sin impacto». Asimismo, la ubicación de los transectos, trampas y redes de niebla para la evaluación de la fauna silvestre tiene como base la ubicación de las parcelas permanentes donde se evaluó flora silvestre.

Los resultados fueron comparados con los instrumentos de gestión ambiental (IGA) de BPZ y UPLAND aprobados en el Lote XXIII que contengan los datos de los componentes ambientales del presente estudio (agua, comunidades hidrobiológicas, flora y fauna silvestre). De otro lado, los análisis de agua de la quebrada Bocapán (QBoca1A) y pozos artesanales se complementaron con estudios del Ministerio de Agricultura (Minag, 1986; Inrena, 1997; Inrena, 2006; ANA, 2018), Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Huamán, 2000) y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2016). Además, en QBoca3 se utilizó los datos del Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Ampliación de la Disposición Final de Agua de Producción del Yacimiento Corvina en el Lote Z-1 elaborado por BPZ Exploración and Producción S.R.L. (BPZ, 2015).

La condición limitante durante la evaluación fue que las quebradas El Bolón, El Avión Caído, Tucilla y De la Capilla, en el entorno de sus plataformas, no registraron flujo de agua debido a su característica intermitente. La escasez de agua se debe a que las precipitaciones forman escorrentías en los cauces de dichas quebradas durante los eventos de origen climáticos como el Fenómeno del «El Niño Costero» en el 2017, donde las precipitaciones en la temporada húmeda registraron valores de 122,3 mm/mes en enero, 76,5 mm/mes en febrero y 398,2 mm/mes en marzo; los cuales fueron superiores al 2020 con valores de 11,6 mm/mes en enero, 82,1 mm/mes en febrero y 62,3 mm/mes en marzo, de acuerdo a la información del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi)¹⁹.

Cabe resaltar que debido al Decreto Supremo N.º 044-2020-PCM «Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19» del 15 de marzo de 2020 y Decreto Supremo N.º 046-2020-PCM «Decreto Supremo que precisa el Decreto Supremo N.º 044-2020-PCM, que declara el Estado de Emergencia Nacional, por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID 19» del 18 de marzo de 2020, las actividades de flora y fauna silvestre, que estaban programadas hasta el 21 de marzo, fueron interrumpidas; por lo que su evaluación solamente se completó alrededor de las plataformas Piedra Candela 3X, Cardo 2X, Cope Sur 5x y la zona Blanco-1 para flora y

¹⁹ Datos obtenidos de la Estación Meteorológica Convencional La Cruz ubicado en el distrito del mismo nombre. Disponible en: <https://senamhi.gob.pe/?p=estaciones> (consultado el 16 de agosto de 2020).



fauna silvestre; mientras las otras plataformas (Caracol 1X y 4X y Cope Sur 2X) y la zona Blanco-2 fueron evaluados de forma parcial.

6.1. Objetivo específico 1: Determinar la calidad de agua en las quebradas y pozos artesanales entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela

A continuación, se describe la metodología considerada para realizar la evaluación de las quebradas (El Bolón, El Avión Caído, Tucilla, De La Capilla y Bocapán) y los 3 pozos artesanales del caserío El Charán.

6.1.1. Guías utilizadas para la evaluación

La metodología aplicada para la evaluación en las quebradas se enmarcó en el capítulo 6: «Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales» del Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales donde se establecen los criterios técnicos y lineamientos generales a aplicarse en las actividades de monitoreo de la calidad de agua, el detalle de las secciones utilizadas se presenta en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1. Protocolo de muestreo para agua

Matriz	Nombre del Protocolo	Sección	Dispositivo legal	Institución	País
Agua superficial*	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	Sección 6, ítem 6.1, 6.2, 6.3(a), 6.4, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11, 6.14, 6.15 (a, b, e), 6.16, 6.17*, 6.18 y 6.19	Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Perú

Nota: Se consideraron también los requerimientos establecidos por el laboratorio acreditado encargado de la analítica.
(*) El agua de pozo se consideró a nivel superficial por el uso del caserío: bebida de animales y riego de vegetales.

6.1.2. Ubicación de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo fueron ubicados considerando la información obtenida en el reconocimiento del proyecto Lote XXII y de los IGA aprobados para el proyecto en mención, por lo que se consideró los siguientes criterios técnicos:

- Cuerpos de agua superficial influenciados por las plataformas Cope Sur 1x y 5x, Caracol 1x y 4x, Cardo 2x y Piedra Candela 3x.
- Cuerpo de agua principal (quebrada Bocapán) de mayor área de drenaje dentro del distrito de Zorritos.
- Pozos artesanales que usan el agua para bebida de animales y riego de cultivos.

Los principales cuerpos de agua considerados fueron las quebradas: El Bolón relacionado con el pozo Piedra Candela 3X, De La Capilla con Caracol 1X y 4X, Tucilla con Cope Sur 2X y 5X y El Avión Caído con El Cardo 2X. En la Tabla 6.2 se muestra la ubicación de los puntos de muestreo y en el Figura 6.2 se muestra su esquema de ubicación (ver Mapa en Anexo 2).

**Tabla 6.2. Ubicación de los puntos de muestreo para agua**

N.º	Nombre del cuerpo receptor	Código de Puntos de muestreo	Tipo de muestra	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 M		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
				Este (m)	Norte (m)		
1	Quebrada El Bolón	QELBo1	Agua superficial	549586	9591588	122	Quebrada El Bolón, cuyo cauce se encuentra a la izquierda del pozo Piedra Candela 3X (70 m al suroeste).
2	Pozo 1	Pozo1	Agua superficial*	547280	9592444	144	Pozo artesanal ubicado en la comunidad El Charán.
3	Pozo 2	Pozo2	Agua superficial*	547650	9592567	140	Pozo artesanal ubicado en la comunidad El Charán.
4	Pozo 3	Pozo3	Agua superficial*	545227	9592580	111	Pozo artesanal ubicado en la comunidad El Charán.
5	Quebrada Bocapán	QBoca1A	Agua superficial	535210	9576823	51	Quebrada Bocapán, en el límite de los distritos de Zorritos (localidad de Suarez) y Casitas (localidad Trigal).
6	Quebrada Bocapán	QBoca2A**	Agua superficial	533379	9582175	23	Quebrada Bocapán, ubicado en la localidad de Pedregal del centro poblado de Bocapán
7	Quebrada De La Capilla	QDLCa1**	Agua superficial	536298	9587617	27	Quebrada De La Capilla, 3,7 km y 2,0 km aguas debajo de los pozos Caracol 1X y 4X respectivamente.
8	Quebrada Bocapán	QBoca3**	Agua superficial	530227	9589578	3	Quebrada Bocapán, 75 m aguas abajo del puente Bocapán – carretera Panamericana y 320 m del mar.
9	Quebrada Tucilla	QTuci1**	Agua superficial	540494	9591523	75	Quebrada Tucilla, aguas abajo de los pozos Cope Sur 5X (780 m al sureste) y 1X (960 m al suroeste) y 30 m aguas arriba del pasivo de código de PERUPETRO «RT-20».
10	Quebrada El Avión Caído	QELCa1**	Agua superficial	545907	9591280	117	Quebrada El Avión Caído, 120 m aguas abajo del desvío por la margen izquierda al pozo El Cardo 2X (300 m al suroeste).

Notas:

La precisión de la medición de las coordenadas fue de ± 3 m.

(*) El agua de pozo se consideró a nivel superficial al tener uso en el caserío: bebida de animales y riego de vegetales.

(**) Punto de muestreo seco.

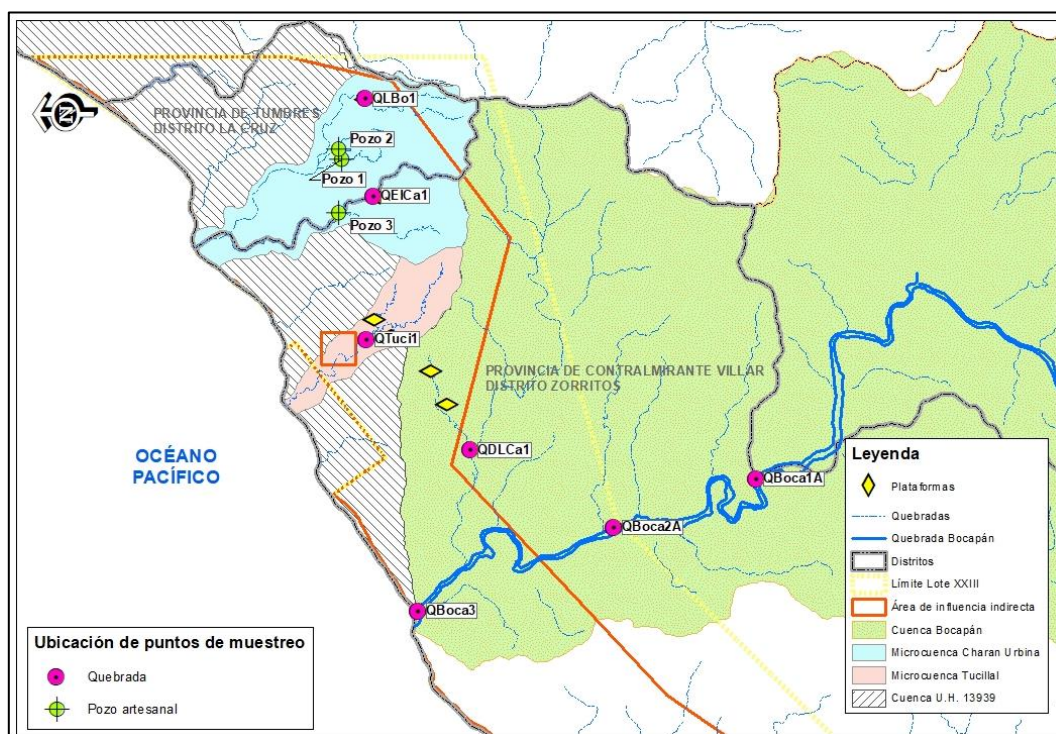


Figura 6.2. Esquema de los puntos de muestreo de agua en la quebrada Bocapán y las quebradas y pozos artesanales entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela

6.1.3. Parámetros y métodos de análisis

En los puntos de muestreo se midieron *in situ* los parámetros: temperatura (T), potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE) y oxígeno disuelto (OD). En la Tabla 6.3 se muestra los parámetros y métodos de análisis considerados por los laboratorios acreditados ante el Inacal.

Tabla 6.3. Parámetros evaluados y métodos de análisis de agua

Componente	Parámetro	Método de Ensayo de Referencia	Laboratorio
Agua superficial	Fluoruro (s)	PE-2090 Rev. 1.1 2019	AGQ Perú S.A.C (AGQ Labs Perú)
	Sulfato (s)		
	Cloruro (s)		
	Sólidos totales disueltos (STD)	SMEWW 2540 C. 23rd Ed. 2017	
	Sólidos totales en suspensión (SST)	SMEWW 2540 D, 23rd Ed. 2017	
	Metales totales (incluido Hg)	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) *	
	Metales disueltos (incluido Hg)		
Agua superficial	Bicarbonato (s)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed. 2017	ALS LS Perú S.A.C (ALS Life Sciences Perú)
	Aceite y Grasas	ASTM D7066-04 (Validado, 2019)	
	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C8-C40)	EPA Method 8015C, Rev. 3, 2007 (Validado 2018)	

*Validado (VAL) para bismuto, boro, calcio, cerio, estaño, estroncio, fósforo, hierro, litio, magnesio, potasio, sodio, titanio y wolframio.

Fuente: Informes de Ensayo de Laboratorio de AGQ Perú S.A.C y ALS LS Perú S.A.C. (Anexo 6)

6.1.4. Equipos utilizados

Para la medición de parámetros de campo del agua superficial se utilizó un multiparámetro con sondas de T, pH, OD y CE. Asimismo, se utilizaron cámaras fotográficas y GPS para el



registro de cada punto de muestreo evaluado. El detalle de los equipos utilizados se encuentra en el Anexo 5 (Reporte de campo N.º 023-2020-STEC).

6.1.5. Tipo de muestreo

La toma de muestra de agua fue puntual o simple, para el cual se especificó las coordenadas, hora, fecha y circunstancias particulares en el instante de la recolección.

6.1.6. Aseguramiento de la calidad en la etapa de campo

El aseguramiento de la calidad de las muestras de agua consideró la toma de blanco de campo y blanco viajero.

6.1.7. Procesamiento de datos

Todos los resultados obtenidos fueron digitalizados y ordenados en una base de datos (hojas de cálculo), para luego ser comparados referencialmente mediante el uso de líneas en gráficos de barras con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua aprobadas en los IGA y vigentes. Asimismo, la información colectada fue utilizada para otros gráficos y cálculos (relaciones iónicas, hidroquímica y otros).

6.1.7.1. Relación conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos

La conductividad o conductividad eléctrica (CE) y los sólidos totales disueltos (STD) son parámetros de calidad de agua usados para describir la salinidad (Rusydi, 2018). Dichos parámetros están correlacionados y su relación esta expresada de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$STD \text{ (mg/L)} = k * \text{Conductividad } (\mu\text{S/cm}) \quad (6.1)$$

No obstante, hay diversos factores como el incremento y la composición de la concentración de los iones (diferente mezcla de sales disueltas) como el agua de mar, continental y destilada que involucran diferentes valores de K con rango de 0,6 – 0,75 para obtener una relación precisa entre los STD y la conductividad (Walton, 1989)²⁰.

Por tal motivo, no se justifica el uso de valor de K para todos los tipos de agua con valor estándar de 0,7 (promedio del rango de 0,5 a 0,9), número utilizado en muchos medidores comerciales de CE-STD ya que se puede alcanzar hasta el 25 % de error (Walton, 1989). Los valores de K se incrementan a medida que los iones son mayores; sin embargo, la relación entre la CE y STD no es directamente lineal, ya que depende de la actividad promedio de los iones disueltos específicos de todos los iones en el agua y su fuerza iónica (Hem, 1985 citado por Rusydi, 2018).

De esa manera, la Figura 6.3 muestra una vista general de los valores de K con el incremento de los STD en los distintos tipos de agua como: naturales (*fresh water*), destilada, permeada (*permeates*), salobres (*brackish water*), marina (*seawaters*) y salmueras (*brines*), los cuales pueden contener una variedad de sales disueltas, por lo que se puede obtener un rango de valores de K de 0,50 a 0,85 (Walton, 1989) y 0,54 a 0,75 (Hem, 1985).

²⁰ Otros 2 factores que involucran el cambio de los valores de k es la temperatura (que incrementa la movilidad de los iones a mayor temperatura, hay un incremento del 2 % de la conductividad por cada aumento de 1 °C el cual es corregido por los equipos multiparámetros) y los efectos del pH en rango alto (> 9) y bajo (< 5), el cual contribuye al valor de la conductividad que otros cationes y aniones en el agua.

La CE y los STD se utilizan con frecuencia como parámetros de calidad del agua, especialmente en la zona costera. Estos 2 parámetros son indicadores de la salinidad que los hace muy útiles para el estudio de la intrusión o influencia de agua de mar (Rusydi, 2018).

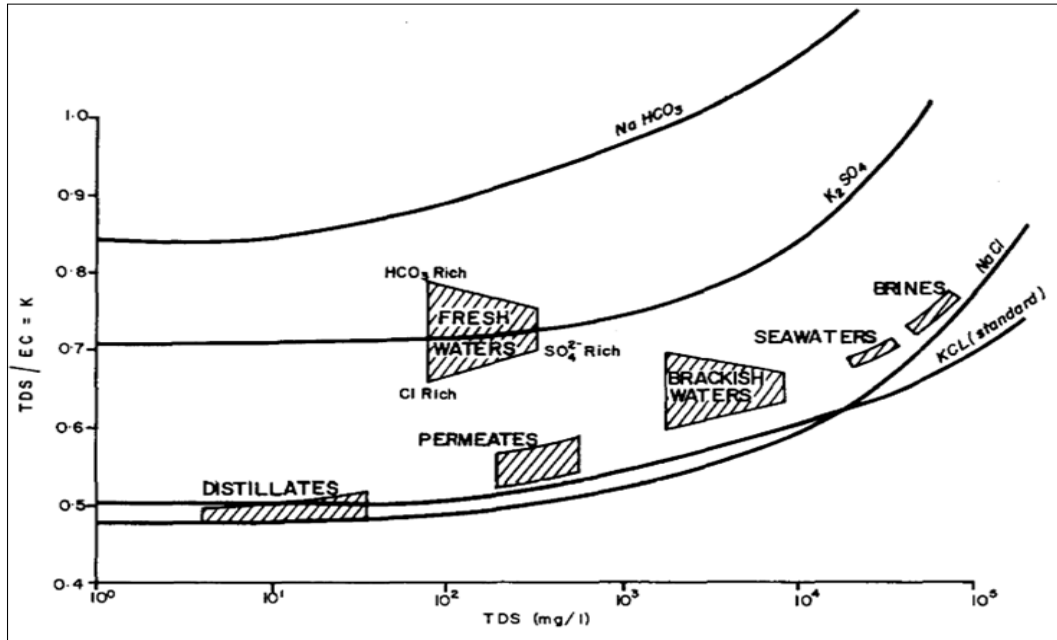


Figura 6.3. Relación de los sólidos totales disueltos (STD) con los valores de K para diferentes tipos de agua

Fuente: Walton (1989, p.290)

6.1.7.2. Relaciones hidroquímicas

La química de los iones mayoritarios en el agua (principalmente subterránea) es una herramienta importante para determinar las fuentes de solutos y describir la evolución del agua debido a la interacción agua-roca que conduce a la disolución de minerales de carbonato, meteorización de silicatos y procesos de intercambio iónico (Aghazadeh *et al.*, 2017). Dichas dinámicas de los iones se pueden describir mediante diversas relaciones hidroquímicas, tal como muestra la Figura 6.4 para Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y Cl^+ .

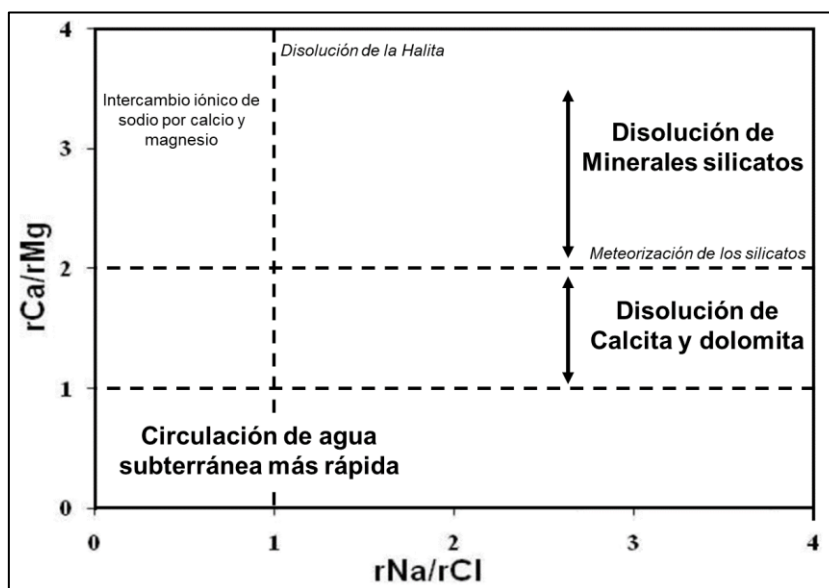


Figura 6.4. Gráfico de rCa/rMg y rNa/rCl que muestra los mecanismos de disoluciones

Fuente: Adaptado de Gupta *et al.* (2016)

En la Figura 6.4, la relación de rNa/rCl (r : componente elemental en meq/L) es un importante indicador de fuentes de salinidad durante el flujo de agua subterránea (Cartwright y Weaver, 2005 citado por Gupta, 2017) y representa el rol de la meteorización de los silicatos. Valores de rNa/rCl mayores a 1 muestra que la meteorización de silicatos son fuentes de Na^{2+} en el agua subterránea (Kawo *et al.*, 2018) y puede ser atribuido a la interacción del agua subterránea con esquistos feldespático o granito sódico (Gupta, 2017).

De manera similar, los ratios de rCa/rMg mayores a 2 muestran que las fuentes de dichos cationes en el agua subterránea provienen de la disolución o hidrólisis de minerales de silicatos (Katz *et al.*, 1997), por lo que apoya el papel de la meteorización del mineral de silicato. El contenido de Ca y el Mg en el agua subterránea se puede atribuir a reacciones de intercambio de bases, donde los esquistos de clorita y las rocas básicas dominan la litología del acuífero (Rusydi, 2018).

El ratio de $rCa/rMg = 1$ indica la disolución de la dolomita, mientras que valores más altos señalan mayores contribuciones de calcita (Mayo & Loucks, 1995) hasta el valor de 2. Por tanto, registros cercanos de la línea ($rCa/rMg = 1$) significa que ocurrió la disolución de calcita y dolomita, mientras aquellos con valores superiores a 2 indican los efectos de la meteorización de minerales de silicato (Han *et al.*, 2009). En la Figura 6.5 se muestra otras relaciones hidroquímicas, entre las que se resalta el Cl vs. Na.

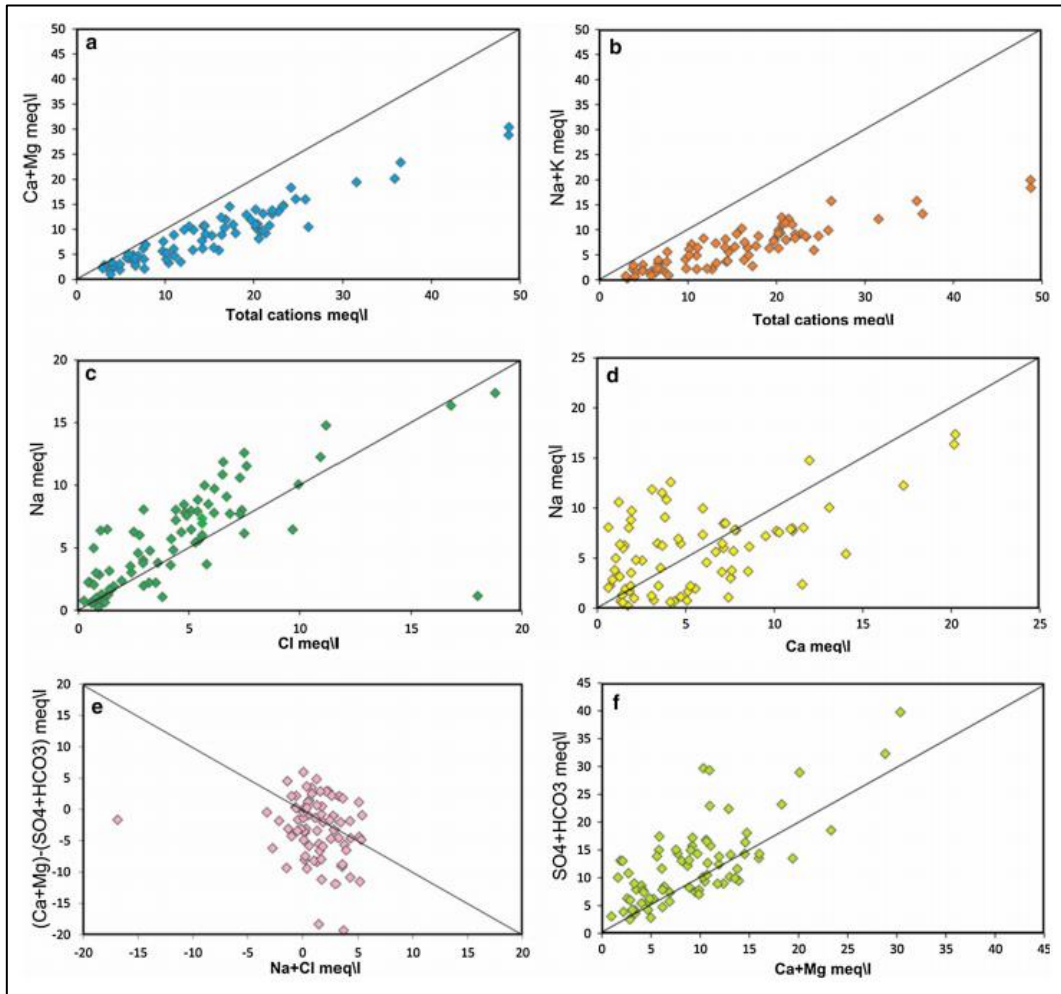


Figura 6.5. Relaciones hidroquímicas de iones mayoritarios
Fuente: Aghazadeh *et al.* (2017)

Adicionalmente, se utilizaron los índices cloro alcalinos (CAI_1 y CAI_2) propuestos por Schoeller (1977) para investigar los efectos de intercambio catiónico en la evolución de la calidad del agua subterránea (Kawo *et al.*, 2018). Los índices CAI_1 y CAI_2 se calculan a partir de las concentraciones de iones en meq/L de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$CAI_1 = \frac{[Cl^- - (Na^+ + K^+)]}{Cl^-} \quad (6.2)$$

$$CAI_2 = \frac{[Cl^- - (Na^+ + K^+)]}{(SO_4^{2-} + HCO_3^- + CO_3^{2-} + NO_3^-)} \quad (6.3)$$

El CAI implica 2 procesos basados en sus valores: CAI tiene valores negativos cuando Ca^{2+} y Mg^{2+} han sido removidos de la solución y reemplazados por Na^+ y K^+ , lo que indica los procesos de intercambio iónico; y CAI tiene valores positivos que especifica los procesos de intercambio iónico inverso (Li *et al.*, 2013 y Marghade *et al.*, 2012 citado por Kanagaraj *et al.*, 2018).



6.1.7.3. Evaluación hidroquímica

Para caracterizar las aguas en función de la concentración de sales predominantes (cationes y aniones) e interacción con la parte orgánica y roca se elaboraron diagramas hidroquímicos (facies e índices) mediante el uso del software libre Diagrammes 6.61 del *Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon* del 2020 (Simler, 2020). Para establecer las facies hidroquímicas de cada punto de muestreo se tomaron en cuenta los criterios indicado en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4. Criterios para establecer las facies hidroquímicas

Porcentaje de iones	Nombre simple	Nombre compuesto
< 40 %	-	2 iones con los máximos porcentajes
> 40 %	2 ^{do} ión < 35 %	-
	2 ^{do} ión > 35 % Diferencia entre 1 ^{er} y 2 ^{do} ión > 10 %	2 ^{do} ión > 35 % Diferencia entre 1 ^{er} y 2 ^{do} ión ≤ 10 %

Fuente: Elaboración propia.

6.1.7.4. Balance iónico

El objetivo del balance iónico es evaluar el equilibrio de los iones en el agua en base a la comparación de las concentraciones molares de la suma de aniones (Σan) y la suma de cationes (Σcat). Este cálculo se realizó antes del análisis hidroquímica y se conoce como error balance iónico (en adelante, EBI). El EBI verifica la consistencia de los iones.

Los iones mayoritarios presentes en el agua fueron los cationes: calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^+) y potasio (K^+) para el cálculo de la Σcat ; y los aniones: bicarbonatos (HCO_3^-), fluoruros (F^-), sulfatos (SO_4^{2-}) y cloruros (Cl^-) para la Σan ²¹. Ambas sumas de concentraciones se expresaron en miliequivalentes por litro (meq/L). De esa manera, se estableció el error de balance iónico de acuerdo con la siguiente ecuación (Appelo *et al.*, 2005):

$$Error\ de\ Balance\ Iónico\ (EBI) = 100 \frac{\Sigma cat - \Sigma an}{\Sigma cat + \Sigma an} \% \quad (6.4)$$

Aunque el EBI es un valor en porcentaje, la ecuación 6.4 incorpora un signo para mostrar la predominancia de cargas de cationes (signo positivo) o de aniones (signo negativo). En el presente estudio el EBI aceptado estuvo en el rango de -10 % a +10 %, el cual fue considerado por Dinka *et al.* (2015) y López (2018).

De otro lado, algunas muestras presentan valores de EBI fuera del rango óptimo de ± 10 %, con valores demasiado negativos ($\ll - 10\%$). Esto se da en la mayoría de los casos en muestras ácidas con altas concentraciones de metales, resultando un EBI negativo si no se toma en cuenta sobre todos los iones hidronio (H_3O^+) del pH (de preferencia en base a su actividad y no concentración) y otras especies disueltas en mayor concentración como el aluminio (Al^{3+}) y hierro (Fe^{2+}).

El EBI mayor del 2 % es inevitable en casi todos los laboratorios, por lo que se debe aceptar un error mayor; no obstante, si el EBI es mayor a 5 %, deberán revisarse los procedimientos,

²¹ Los otros iones tomados en cuenta fueron en cuenta los cationes: aluminio (Al^{3+}), hierro (Fe^{2+}), manganeso (Mn^{2+}), bario (Ba^{2+}), estroncio (Sr^{2+}), litio (Li^+), y los iones hidronio (H_3O^+) del pH.



análisis y el muestreo²². El EBI con valores positivos no es afectado por los metales en el balance iónico, siendo la subestimación de HCO_3^- una de las causas más frecuentes de un EBI muy positivo.

Al respecto, los rangos del EBI están relacionados con la conductividad del agua de acuerdo con lo planteado por Custodio y Llamas (1976) en la Tabla 6.5. La interpretación de los porcentajes de error (EBI) se basa en la idea que el análisis debería ser más preciso cuanto más concentrada es la muestra analizada (Mariño y García, 2018).

Tabla 6.5. Valores aceptables de error en función a la conductividad eléctrica

Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	50	200	500	2000	>2000
Error aceptable (%)	± 30	± 10	± 8	± 4	± 4

Fuente: Custodio y Llamas (1976)

6.1.7.5. Diagramas hidroquímicos

- **Diagrama de Stiff**

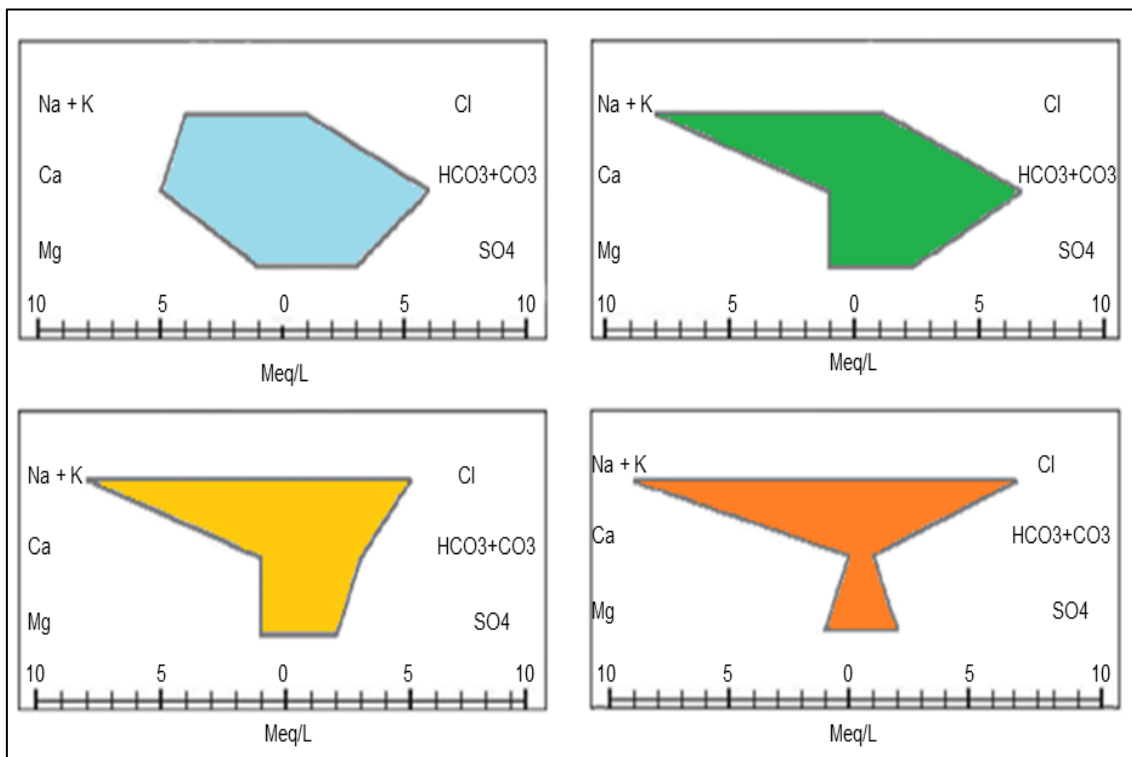
El diagrama de Stiff es un método sofisticado para demostrar cambios verticales en la composición química del agua (Stiff, 1951). Esta gráfica está compuesta por 3 ejes horizontales, cada uno de ellos uniendo el catión con anión. Todos los cationes se disponen al costado izquierdo del diagrama, y los aniones al derecho. El Na^+ se relaciona con el Cl^- , el Ca^{2+} con el HCO_3^- y el Mg^{2+} con el SO_4^{2-} . Todos los ejes horizontales están a la misma escala (lineal) y las concentraciones están dadas en meq/L.

En este tipo de diagrama sobresalen 2 características, por un lado, permite visualizar claramente diferentes tipos de agua (cada una con una configuración particular) y, en forma simultánea, permite dar idea del grado de mineralización (ancho de la gráfica).

Los diagramas de Stiff se pueden utilizar para visualizar aguas relacionadas iónicamente del cual se puede determinar la trayectoria del flujo. Si se conoce la trayectoria del flujo, es posible mostrar cómo la composición iónica de un cuerpo de agua cambia con el espacio y el tiempo (Rekha, 2013).

En la Figura 6.6 se muestran algunas apreciaciones de este diagrama que caracterizan varios tipos de aguas.

²² El EBI de 5 % fue usado en estudios de aguas subterráneas por Singh *et al.*, 2015 y Srinivasamoorthy *et al.*, 2014, entre otros.

**Figura 6.6.** Diagrama de StiffFuente: Adaptado de Fagundo-Castillo *et al.* (2014)

- **Diagrama de Piper**

La evolución geoquímica del agua en general (agua subterránea en particular) puede ser entendido mediante la construcción del diagrama trilinear de Piper (1944). El diagrama de Piper es una gráfica multifacética en la que las concentraciones porcentuales de miliequivalentes de cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+) y aniones (HCO_3^- , SO_4^{2-} y Cl^-) principales se representan en dos campos triangulares, que luego se proyectan en el campo de diamante central (Ravikumar, 2015).

Los gráficos de Piper han sido utilizados para identificar los diferentes tipos de facies hidroquímicas basados en los aniones y cationes mayoritarios (Kanagaraj *et al.*, 2018). Piper es el tipo de gráfico más utilizado que incluye aniones y cationes en forma simultánea y permite representar muchos análisis sin dar origen a confusiones. Las aguas geoquímicamente similares quedan agrupadas en áreas bien definidas (Custodio y Llamas, 1976).

El diagrama de Piper (Figura 6.7) también puede definir los patrones de cambio espacial en la química del agua entre unidades geológicas a lo largo de una línea de sección o trayectoria (Domenico y Schwartz, 1998 citado por Rekha, 2013). Por lo tanto, es útil para comprender el flujo y la calidad del agua, y cambios en los tipos de agua y sus mezclas, en base a las proporciones relativas de iones principales en lugar de las concentraciones (Rekha, 2013).

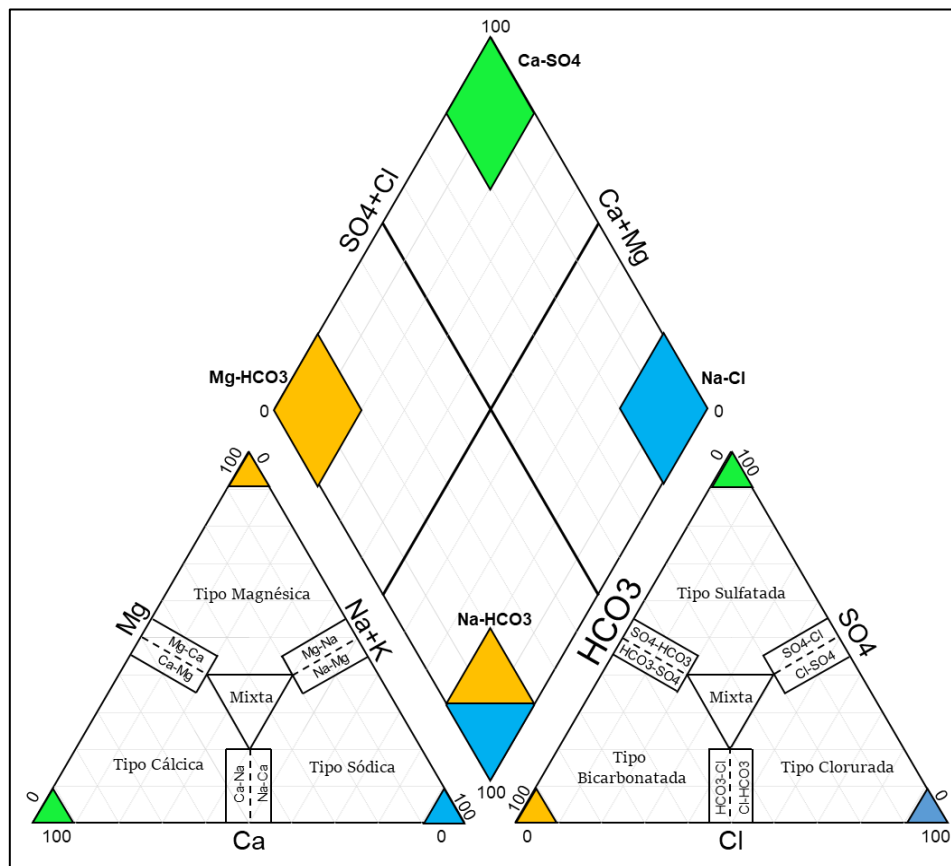


Figura 6.7. Diagrama trilinear de Piper
Fuente: Modificado de Davis *et al.* (1971, p.168)

• Diagrama de Gibbs

La química de las aguas subterráneas puede estar controlada por diferentes procesos y mecanismos. Entre los factores que pueden influir se encuentran el estado físico del acuífero, la mineralogía de la roca huésped y las condiciones climáticas. Gibbs (1970) propone 2 diagramas, donde se grafican las variaciones de las razones $(Na^+ + K^+) / (Na^+ + K^+ + Ca^{2+})$ para los cationes y $Cl^- / (Cl^- + HCO_3^-)$ para los aniones en función de los sólidos totales disueltos (STD). Los 3 principales mecanismos que controla la química del agua pueden ser definidos en el dominio de la precipitación atmosférica (lluvia), el dominio de la roca, y el dominio de los procesos de evaporización-cristalización (Gibbs, 1970, citado por Torres-Rivera *et al.*, 2019), Figura 6.8.

Por otra parte, Marandi *et al.* (2018) concluyó que la aplicación del diagrama de Gibbs para el agua subterránea debería considerarse en el contexto más amplio de los procesos y la hidrogeoquímica, el cual difiere significativamente de la química del agua superficial y sus procesos, debido a la residencia más prolongada y ambientes geoquímicos más variables (por ejemplo, condiciones redox) de muchos sistemas de agua subterránea.

En general, el uso de interpretaciones del diagrama original de Gibbs (1970) para definir los procesos geoquímicos del agua subterránea puede simplificar demasiado la interpretación de los acuíferos y pasar por alto procesos importantes.

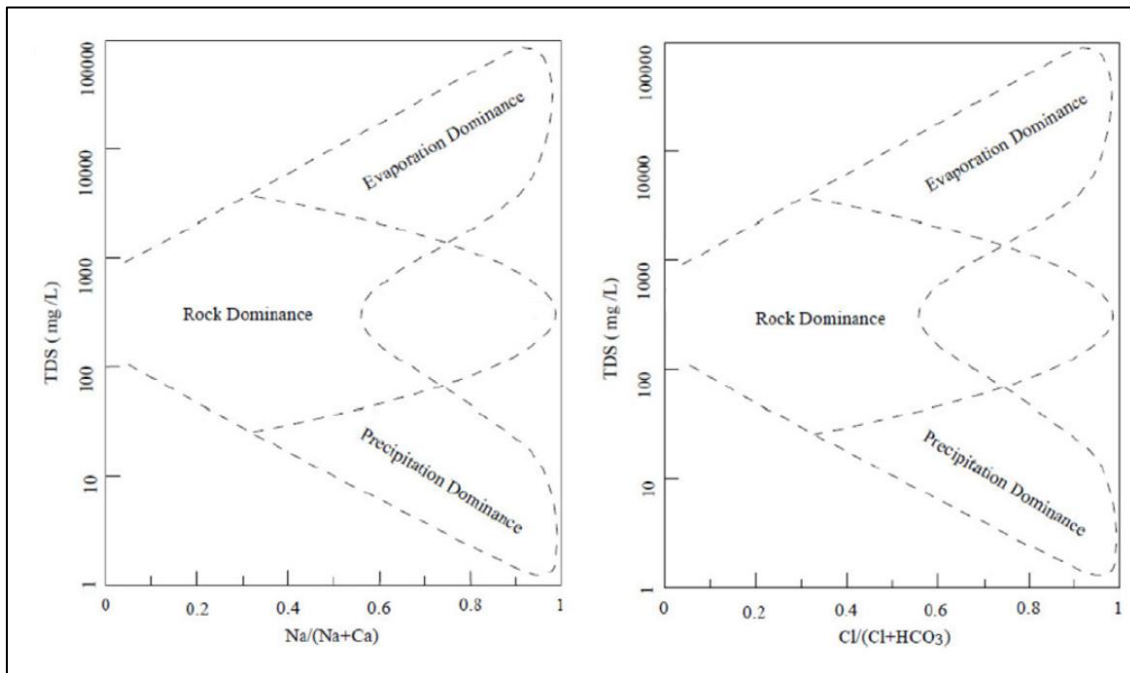


Figura 6.8. Diagrama de Gibbs

Fuente: Adaptado de Kawo *et al.* (2018)

En cambio, otros diagramas como el Piper y evaluación geoquímica de isótopos conducirán a una mejor entendimiento de los procesos hidrogeoquímicos (Marandi *et al.*, 2018), por lo que el diagrama de Gibbs en el presente estudio es complemento de los otros diagramas hidroquímicos.

- **Diagrama de Mifflin**

El incremento de los componentes químicos como los iones durante la evolución del agua subterránea puede ser observado en el diagrama de Mifflin (Mifflin, 1968, citado por Torres-Rivera, 2019). Este diagrama es una gráfica log-log de concentraciones de iones $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ vs. $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$, utilizada originalmente para grandes manantiales asociados con el terreno de rocas carbonatadas (Mifflin, 1968), para entender la evolución de agua subterránea y establecer diferentes tipos de flujos de agua (Torres-Rivera *et al.*, 2019), Figura 6.9.

El diagrama está dividido en 3 zonas, el área más cercana al origen se debe a la baja circulación y corto tiempo de residencia del agua. Las muestras en estas áreas están asociadas con las recargas (flujo local). En la siguiente zona, las concentraciones se incrementan y pueden estar asociadas con un mayor tiempo de residencia o de larga distancia (Flujo intermedio). Finalmente, la mayor concentración se asocia con una interacción agua-roca más significativa y una mayor evolución del agua subterránea (flujo regional).

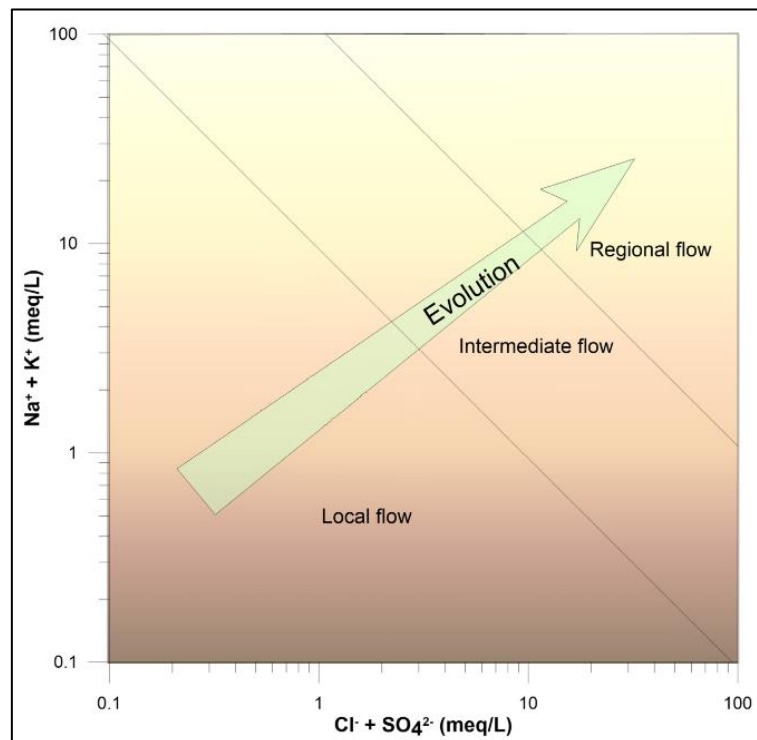


Figura 6.9. Diagrama de Mifflin
Fuente: Adaptado de Torres-Rivera *et al.* (2019)

6.1.8. Criterios de evaluación

Los resultados de QBoca1A y QBoca3 fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) Categoría 4 aprobado mediante Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM, vigente al momento de la aprobación de los IGA del administrado (EIA de Sísmica 2D y 3D²³, aprobado mediante Resolución Directoral N.º 156-2010-MEM/AEE, el EIA de 36 pozos²⁴ aprobado por Resolución Directoral N.º 001-2013-MEM/AEE). En dicho IGA la QBoca1A fue comparado con los ECA para Agua Categoría 4: ríos de costa y sierra, y QBoca3 con los ECA para Agua Categoría 4: conservación del ambiente acuático para estuarios.

Los resultados de la quebrada Bocapán en el límite de las localidades de Suarez y Trigal (QBoca1A) fueron comparados con la normativa vigente de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) aprobados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM para Agua categoría 3: Riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2) (en adelante, ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2 respectivamente) del 2017, y los resultados de la quebrada Bocapán antes de la desembocadura al océano Pacífico (QBoca3) fueron comparados con los ECA para Agua categoría 4: Ecosistemas costeros y marinos - Estuarios (E3) (en adelante ECA para Agua Cat4E3).

Cabe mencionar que, la quebrada Bocapán fue aprobada en los IGA con la categoría 4: ríos de costa y sierra, y con la actual normativa: Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA²⁵ «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales», la quebrada está

²³ Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Levantamiento Sísmico 2D y 3D en el Lote XXIII, Región Tumbes.
²⁴ Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de Perforación de 36 pozos en la Fase de Exploración (6 Exploratorios y 30 confirmatorios) en el Lote XXIII.
²⁵ Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA que aprueba la «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales». Aprobada el 13 de febrero de 2018.



clasificada con la categoría 3: «Riego de vegetales y bebida de animales» en su mayor longitud (62,76 km) en la parte baja de la cuenca Bocapán (U.H. 13936) donde está el área de estudio. Sin embargo, en el punto QBoca3 la quebrada fue comparada con los ECA para Agua Cat4E3 debido a que sus características fisicoquímicas como los cloruros relacionados a la alta salinidad (salmuera) está relacionado a los estuarios (ecosistemas costeros y marinos), manteniendo la misma categoría de acuerdo a los IGA aprobados en el 2010 y 2013.

En caso de los 3 pozos artesanales del caserío El Charán, se compararon referencialmente con los principales usos que le otorga la población: Cat3D1 (riego de vegetales) y Cat3D2 (bebida de animales como el ganado vacuno y caprino), puesto que el agua no es para consumo de acuerdo con el Reporte Comunitario (RCC_006_2020-STEC). En adición a lo anterior, los pozos también se compararon referencialmente con Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) mediante Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM para Agua categoría 1 – subcategoría A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (en adelante, ECA para Agua Cat1A1) que se le otorgó al pozo artesanal Q-1 en el Proyecto 23 pozos ²⁶ aprobado mediante Resolución Directoral N.º 028-2020-MINEM/DGAAH.

Cabe señalar que, los parámetros que no constan en los ECA para Agua se han considerado como información característica de cada cuerpo de agua en la temporada evaluada dentro del rango de resultados obtenidos del laboratorio acreditado.

6.2. Objetivo específico 2: Evaluar las comunidades hidrobiológicas (perifiton y macroinvertebrados bentónicos) en las quebradas y pozos artesanales entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela

En los apartados siguientes se muestra la metodología desarrollada para evaluar las comunidades hidrobiológicas, comprende la guía utilizada, la ubicación de puntos de muestreo, los parámetros y métodos de análisis, los equipos utilizados y el procesamiento de datos de la evaluación de comunidades hidrobiológicas (perifiton y macroinvertebrados bentónicos).

La colecta de las comunidades hidrobiológicas fue puntual o simple, para el cual se especificó las coordenadas, hora, fecha y circunstancias particulares en el instante de la recolección.

6.2.1. Guía utilizada para la evaluación

La Tabla 6.6 presenta la guía de referencia nacional para el muestreo de comunidades hidrobiológicas en ambientes lóticos, donde se describen las diferentes técnicas de muestreo, aplicadas para el área de influencia del proyecto Lote XXIII.

Tabla 6.6. Guía utilizada para la evaluación de comunidades hidrobiológicas

Matriz	Autoridad emisora	País	Dispositivo legal	Referencia	Año	Métodos
Hidrobiología	Ministerio del	Perú	-	Métodos de colecta, identificación y análisis	2014	4.1.2 Técnicas de colecta – perifiton

²⁶ Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto de Perforación de 23 Pozos Exploratorios y 92 Pozos Confirmatorios de Petróleo y Gas, en el Lote XXIII – Región Tumbes.



Matriz	Autoridad emisora	País	Dispositivo legal	Referencia	Año	Métodos
	Ambiente (Minam)			de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú		5.1.2.2 Métodos de recolección cuantitativos – bentos (macroinvertebrados)

En la mencionada guía de la Tabla 6.6, se establecen los criterios técnicos y lineamientos generales a aplicarse, como la logística mínima necesaria, establecimiento de los puntos de muestreo, preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección, procedimiento para la toma de muestras, preservación, almacenamiento, conservación y transporte de muestras, entre otros; teniendo en cuenta lo siguiente:

- i. **Perifiton:** Para la colecta de muestras de perifiton se realizaron raspados superficiales en canto rodado principalmente, tallos y ramas sumergidas en un área de 75 cm². Para tal fin, se delimitaron 3 réplicas cada área de 5 cm por 5 cm cada una, ayudados con un cepillo y una piseta con agua destilada, se obtuvo un raspado (muestra) en un recipiente de 250 mL. La muestra final fue preservada con formol al 4 % con la ayuda de una jeringa, y etiquetada para su posterior análisis por especialistas de OEFA.
- ii. **Macrobentos:** Para la colecta de muestras de macrobentos en todos los microhábitas disponibles de los puntos de muestreo evaluados se utilizó una red surber con un marco cuadrado de 30 cm por 30 cm, realizando 3 réplicas y obteniendo un área total de 0,27 m². La muestra final fue vertida en recipientes de 500 mL, preservada con etanol al 70 % y etiquetada para su posterior análisis cuantitativo por especialistas de OEFA.

6.2.2. Ubicación de puntos de muestreo

Se plantearon 7 puntos de muestreo, los cuales se describen en la Tabla 6.7 y visualizan en la Figura 6.10; sin embargo, solo QBoca1A (Quebrada Bocapán) y Boca3 (Quebrada Bocapán cerca al mar) presentaron agua.

Tabla 6.7. Ubicación de los puntos de muestreo

N.º	Nombre cuerpo receptor	Código del punto de muestreo	Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17 M		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
			Fecha	Este (m)	Norte (m)		
1	Quebrada El Bolón	QLBo1*	04/03/2020	549586	9591588	122	Quebrada El Bolón, cuyo cauce se encuentra a la izquierda del pozo Piedra Candela 3X (70 m al suroeste)
2	Quebrada Bocapan	QBoca1A	05/03/2020	535210	9576823	51	Quebrada Bocapán, en el límite de los distritos de Zorritos (localidad de Suarez) y Casitas (localidad Trigal).
3	Quebrada Bocapan	QBoca2 A*	05/03/2020	533379	9582175	23	Quebrada Bocapán, ubicado en la localidad de Pedregal del centro poblado de Bocapán
4	Quebrada De La Capilla	QDLCa1*	05/03/2020	536298	9587617	27	Quebrada De La Capilla, 3,7 km y 2,0 km aguas debajo de los pozos Caracol 1X y 4X respectivamente.
5	Quebrada Bocapan	QBoca3	05/03/2020	530227	9589578	3	Quebrada Bocapán, 75 m aguas abajo del puente Bocapán – carretera Panamericana y 320 m del mar.

N.º	Nombre cuerpo receptor	Código del punto de muestreo	Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17 M		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
			Fecha	Este (m)	Norte (m)		
6	Quebrada Tucilla	QTuci1*	06/03/2020	540494	9591523	75	Quebrada Tucilla, aguas abajo de los pozos Cope Sur 5X (780 m al sureste) y 1X (960 m al suroeste) y 30 m aguas arriba del pasivo de código de PERUPETRO «RT-20».
7	Quebrada El Avión Caído	QELCa1*	06/03/2020	545907	9591280	117	Quebrada El Avión Caído, 120 m aguas abajo del desvío por la margen izquierda al pozo El Cardo 2X (300 m al suroeste).

(*) Puntos de muestreo secos.

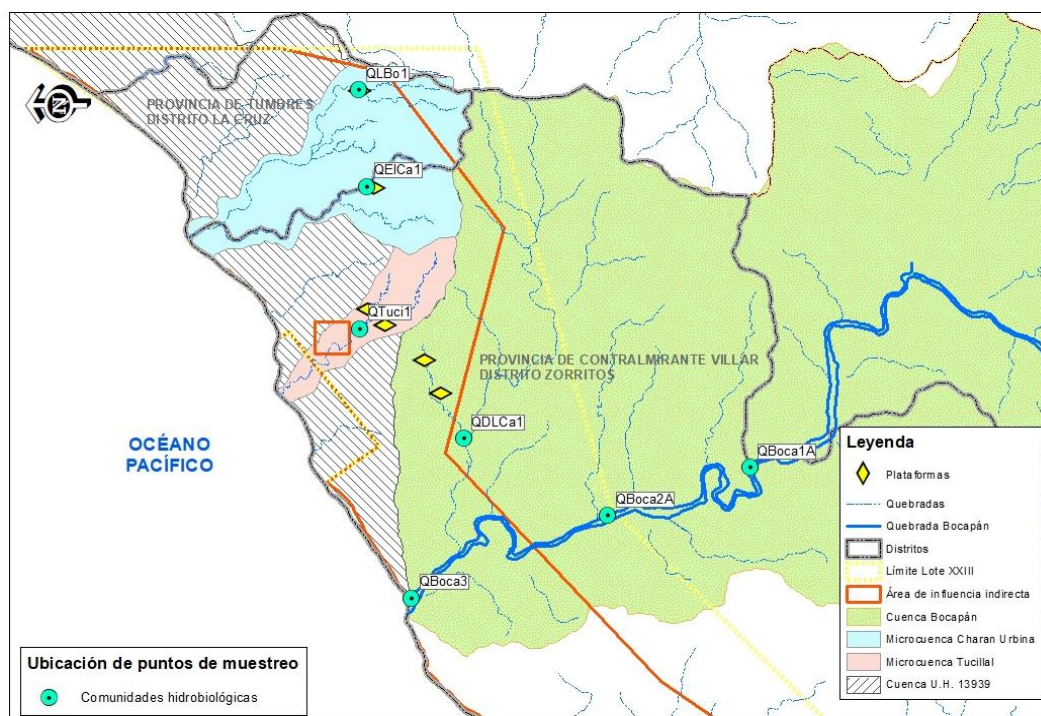


Figura 6.10. Esquema de los puntos de muestreo de las comunidades hidrobiológicas en la quebrada Bocapán y las quebradas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela

6.2.3. Parámetros y métodos de análisis

Las comunidades hidrobiológicas evaluadas y los métodos de análisis empleados se presentan en la Tabla 6.8.

Para la identificación de las especies de perifiton se procuró identificar hasta el menor nivel taxonómico utilizando claves taxonómicas y descripciones detalladas de los principales grupos.

Para la identificación de las morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos se contó con revisiones bibliográficas referidos al campo de la taxonomía de invertebrados de agua dulce en América del Sur (Domínguez y Fernández, 2009; Prat *et al.*, 2012). La identificación se realizó hasta el menor nivel taxonómico; siendo en muchos casos el nivel de género, debido a la insuficiente información que generan las etapas inmaduras (larvas o ninfas) de los insectos.

**Tabla 6.8.** Parámetros evaluados y métodos de análisis de comunidades hidrobiológicas

N.º	Parámetros	Método de ensayo de referencia	Laboratorio
1	Perifiton (microalgas y microorganismos)	SMEWW 10300C Sampling analysis y 10300E Interpreting and Reporting Results. 23rd. Ed. 2017 EPA 841-B-99-002	OEFA (*)
2	Macrobentos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10500 C.1, 2, 22nd Ed. 2012. Benthic Macroinvertebrates Sample Processing and Analysis	

(*) Las muestras fueron identificadas por especialistas taxónomos de la Dirección de Evaluación Ambiental del OEFA.

6.2.4. Equipos utilizados

Para el muestreo de Perifiton se utilizó en un cepillo y una bandeja para el raspado del sustrato. En el caso de los macroinvertebrados bentónicos, se utilizó una red Surber de 500 µm y un tamiz de 500 µm. Adicionalmente se usó un GPS para la toma de coordenadas geográficas y una cámara para el registro fotográfico de las estaciones de muestreo. El detalle de los equipos se encuentra en el Anexo 5 (Reporte de campo N.º 023-2020-STEC).

6.2.5. Aseguramiento de la calidad en la etapa de campo

El aseguramiento de la calidad en la colecta de las comunidades hidrobiológicas y su posterior análisis se basó 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».

6.2.6. Procesamiento de datos

Para el análisis de los resultados obtenidos en la evaluación de comunidades hidrobiológicas, se procedió a caracterizar las comunidades de Perifiton y macroinvertebrados bentónicos, teniendo en cuenta lo presentado a continuación.

6.2.6.1. Composición, riqueza y abundancia

La clasificación taxonómica fue por phylum, clase, orden, familia y especie de las comunidades de perifiton (microalgas y microorganismos) y macroinvertebrados bentónicos evaluados en los ambientes acuáticos correspondientes al área de influencia del proyecto Lote XXII).

La riqueza y abundancia fue cuantificada por Phylum encontrado en las muestras de Perifiton (este grupo dividido en Perifiton autótrofo y Perifiton heterótrofo) y macroinvertebrados bentónicos.

6.2.6.2. Índices de diversidad

Los índices usados como indicadores de diversidad fueron los siguientes:

- a. Índice de Simpson (1-D): Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Simpson, 1949 y Moreno, 2001), su formulación es:

$$1-D = 1 - \sum \left(\frac{n}{N} \right)^2 \quad (6.5)$$

Donde:

N = total de organismos presentes;
 n = número de ejemplares por especie



b. Equidad de Pielou (J'): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001), de ahí que su formulación sea:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \tag{6.6}$$

Donde:

- J': índice de equidad de Pielou
- H': índice de diversidad de Shannon-Wiener
- H' max: Ln(S)
- S: número de especies

Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

6.3. Objetivo específico 3: Evaluar la flora silvestre en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

En este ítem se presenta la metodología empleada en la evaluación de flora silvestre en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela, localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939. La metodología está dividida para cada uno de los componentes y subcomponentes ambientales evaluados.

6.3.1. Guías utilizadas para la evaluación

a) Parcelas permanentes

Los protocolos que se utilizaron para la evaluación de flora dentro del área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 se detallan en la Tabla 6.9. La metodología aplicada para la evaluación de las formaciones vegetales tiene como base la guía «Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas presentes en la guía de inventario de flora y vegetación del Ministerio del Ambiente», que establece los criterios técnicos y lineamientos generales para la evaluación de flora.

Tabla 6.9. Guías y protocolos de flora silvestre

Protocolo	País
Guía de inventario de la flora y vegetación del Ministerio del Ambiente (Resolución Ministerial N.º 059-2015-MINAM)	Perú
Manual de campo para establecimiento y remediación de parcelas permanentes - Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR)	Perú
Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal	Bolivia

b) Clasificación de coberturas

Las guías utilizadas para la clasificación de coberturas se detallan en la Tabla 6.10. La metodología aplicada para la clasificación de coberturas tiene como base la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a una escala 1:100000. Asimismo, se consideró parte de las especificaciones técnicas para la producción cartográfica a escala 1:1000 y la guía para la elaboración de planes de vuelo con RPAS (Remotely Piloted Aircraft System;

Sistema de aeronaves pilotadas a distancia), que en su conjunto establecen criterios técnicos para la adquisición de datos mediante técnicas de teledetección²⁷.

Tabla 6.10. Guías y protocolos para clasificación coberturas

Protocolo	País
Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100000	Colombia
Especificaciones técnicas para la producción de cartografía básica escala 1:1000	Perú
Guía para la elaboración de planes de vuelo con RPAS	Perú

6.3.2. Ubicación de las zonas

a) Parcelas permanentes

Se evaluaron 20 parcelas permanentes (cada una de 0,25 ha), distribuidas en 5 zonas (1 zona blanco y 4 zonas plataforma) para el componente flora silvestre, Figura 6.11, dicha evaluación consistió en la instalación de 4 parcelas permanentes por zona. La ubicación de las parcelas permanentes y su descripción se presenta en la Tabla 6.11.

b) Clasificación de coberturas

Se evaluaron 7 zonas (2 zonas blanco y 5 zonas plataforma), como se observa en la Figura 6.11, sobre las cuales se realizó el levantamiento fotogramétrico con RPAS. Los datos obtenidos de los sobrevuelos para el levantamiento se detallan en la Tabla 6.12.

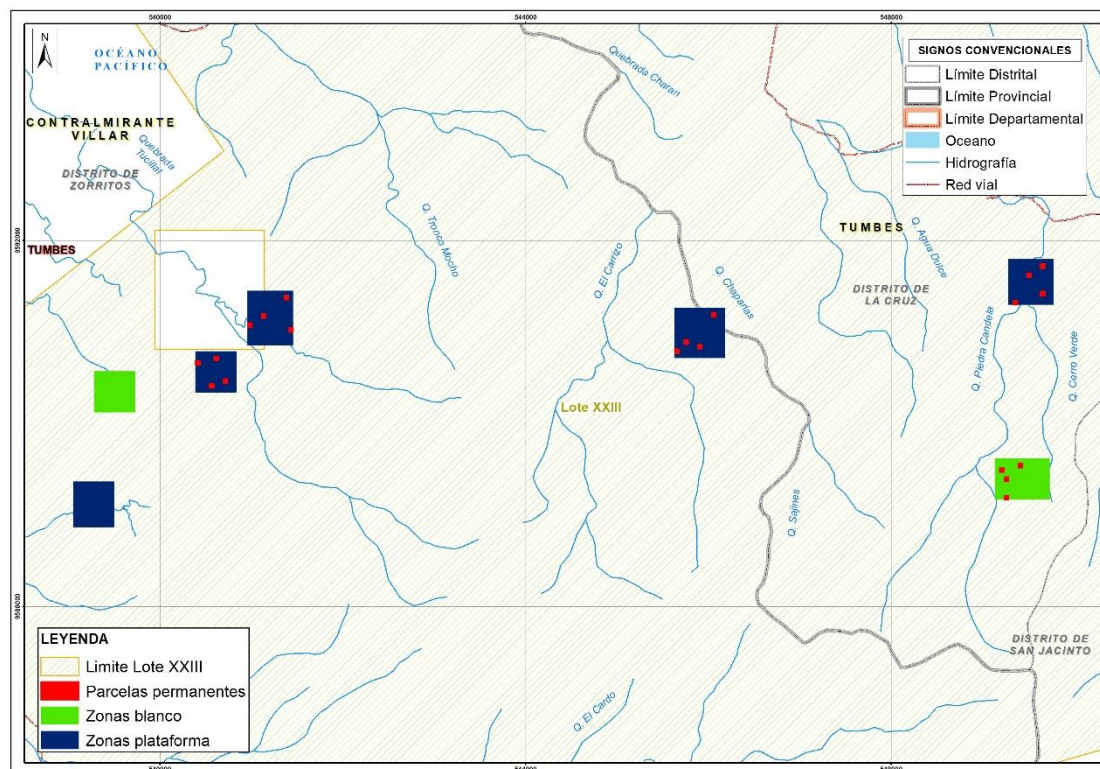


Figura 6.11. Esquema de las zonas de evaluación de flora silvestre

²⁷

Técnica que nos permite obtener información a distancia de los objetos situados sobre la superficie terrestre. (Chuvieco, 2010)



Tabla 6.11. Ubicación de las parcelas permanentes de flora silvestre

Zona/Plataforma	Cantidad de parcelas	Código de parcela	Vértice de la parcela			Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación Vegetal	Descripción
			N.º	X (m)	Y (m)	Este (m)	Norte (m)			
Piedra Candela 3X	4	FL1	Vértice 1	0	0	549634	9591403	196	Bosque seco semidenso de colinas	Parcela instalada en bosque seco semidenso de colinas, en el entorno de la plataforma Piedra Candela 3X, a 100 m en dirección Sureste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	549636	9591451	204		
			Vértice 3	50	50	549686	9591450	210		
			Vértice 4	50	0	549677	9591404	207		
		FL2	Vértice 1	0	0	549637	9591693	202		Parcela instalada en bosque seco semidenso de colinas, en el entorno de la plataforma Piedra Candela 3X, a 190 m en dirección Noreste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	549634	9591744	188		
			Vértice 3	50	50	549682	9591742	190		
			Vértice 4	50	0	549684	9591696	190		
		FL3	Vértice 1	0	0	549462	9591591	192		Parcela instalada en bosque seco semidenso de colinas, en el entorno de la plataforma Piedra Candela 3X, a 120 m en dirección Suroeste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	549454	9591636	194		
			Vértice 3	50	50	549519	9591636	194		
			Vértice 4	50	0	549512	9591592	196		
		FL4	Vértice 1	0	0	549334	9591300	204		Parcela instalada en bosque seco semidenso de colinas, en el entorno de la plataforma Piedra Candela 3X, a 300 m en dirección Suroeste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	549334	9591349	205		
			Vértice 3	50	50	549385	9591334	202		
			Vértice 4	50	0	549389	9591292	203		
Blanco-1	4	FL5	Vértice 1	0	0	549186	9589460	264	Bosque seco semidenso de colinas	Parcela instalada en bosque ralo de colinas, donde la unidad de vegetación es similar a la plataforma Piedra Candela 3X, a 2 km al Sur del punto de perforación de la plataforma Piedra Candela 3X.
			Vértice 2	0	50	549183	9589510	257		
			Vértice 3	50	50	549233	9589512	261		
			Vértice 4	50	0	549234	9589466	277		
		FL6	Vértice 1	0	0	549246	9589366	263		Parcela instalada en bosque ralo de colinas con similar unidad de vegetación a la plataforma Piedra Candela 3X, a 2,1 km al Sur del punto de perforación de la plataforma Piedra Candela 3X.
			Vértice 2	0	50	549246	9589416	270		
			Vértice 3	50	50	549297	9589418	272		
			Vértice 4	50	0	549293	9589371	271		
		FL7	Vértice 1	0	0	549242	9589173	264		Parcela instalada en bosque ralo de colinas con similar unidad de vegetación a la plataforma Piedra Candela 3X a 2,3 km al Sur del punto de perforación de la plataforma Piedra Candela 3X.
			Vértice 2	0	50	549239	9589226	260		
			Vértice 3	50	50	549288	9589222	265		
			Vértice 4	50	0	549294	9589169	265		
		FL8	Vértice 1	0	0	549384	9589521	281		Parcela instalada en bosque ralo de colinas con similar unidad de vegetación a la plataforma Piedra Candela 3X, a 2 km al Sur del punto de perforación de la plataforma Piedra Candela 3X.
			Vértice 2	0	50	549382	9589563	271		
			Vértice 3	50	50	549432	9589567	284		
			Vértice 4	50	0	549431	9589523	286		
Cardo 2X	4	FL9	Vértice 1	0	0	546037	9591165	164	Bosque seco ralo de colinas	Parcela instalada en bosque seco ralo de colinas, en el entorno de la plataforma Cardo 2X, a 250 m en dirección Noreste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	546038	9591216	164		
			Vértice 3	50	50	546085	9591220	170		
			Vértice 4	50	0	546088	9591170	170		

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de parcelas	Código de parcela	Vértice de la parcela			Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación Vegetal	Descripción
			N.º	X (m)	Y (m)	Este (m)	Norte (m)			
Cardo 2X	4	FL10	Vértice 1	0	0	545887	9590823	176	Bosque seco ralo de colinas	Parcela instalada en bosque seco ralo de colinas, en el entorno de la plataforma Cardo 2X, a 130 m en dirección Sureste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	545888	9590871	170		
			Vértice 3	50	50	545937	9590872	171		
			Vértice 4	50	0	545938	9590821	184		
		FL11	Vértice 1	0	0	545716	9590874	184		Parcela instalada en bosque seco ralo de colinas, en el entorno de la plataforma Cardo 2X, a 150 m en dirección Suroeste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	545710	9590920	173		
			Vértice 3	50	50	545759	9590924	173		
			Vértice 4	50	0	545763	9590867	171		
		FL12	Vértice 1	0	0	545633	9590763	189		Parcela instalada en bosque seco ralo de colinas, en el entorno de la plataforma Cardo 2X, a 280 m en dirección Suroeste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	545631	9590816	187		
			Vértice 3	50	50	545681	9590818	195		
			Vértice 4	50	0	545678	9590771	199		
Cope Sur 5X	4	FL13	Vértice 1	0	0	541361	9591377	108	Bosque seco ralo de colinas	Parcela instalada en bosque seco ralo de colinas, en el entorno de la plataforma Cope Sur 5X, a 200 m en dirección Noreste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	541356	9591435	116		
			Vértice 3	50	50	541406	9591432	119		
			Vértice 4	50	0	541404	9591380	120		
		FL14	Vértice 1	0	0	541117	9591162	109		Parcela instalada en bosque seco ralo de colinas, en el entorno de la plataforma Cope Sur 5X, a 100 m en dirección Oeste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	541117	9591212	115		
			Vértice 3	50	50	541162	9591211	117		
			Vértice 4	50	0	541162	9591159	90		
		FL15	Vértice 1	0	0	540966	9591049	111		Parcela instalada en bosque seco ralo de colinas, en el entorno de la plataforma Cope Sur 5X, a 290 m en dirección Suroeste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	540964	9591095	103		
			Vértice 3	50	50	541013	9591092	104		
			Vértice 4	50	0	541016	9591043	107		
		FL16	Vértice 1	0	0	541392	9591009	115		Parcela instalada en bosque seco ralo de colinas, en el entorno de la plataforma Cope Sur 5X, a 260 m en dirección Sureste del punto de perforación.
			Vértice 2	0	50	541392	9591056	113		
			Vértice 3	50	50	541442	9591060	117		
			Vértice 4	50	0	541445	9591012	113		
Cope Sur 1X	4	FL17	Vértice 1	0	0	540539	9590367	120	Bosque seco muy ralo de colinas	Parcela instalada en bosque muy seco ralo de colinas, con similar unidad de vegetación a la plataforma Cope Sur 5X y a 1,7 km al Suroeste del punto de perforación de la plataforma Cope Sur 5X y a 180 m al Suroeste del punto de perforación Cope Sur 1X.
			Vértice 2	0	50	540540	9590418	125		
			Vértice 3	50	50	540590	9590419	123		
			Vértice 4	50	0	540592	9590368	122		
		FL18	Vértice 1	0	0	540679	9590437	125		Parcela instalada en bosque muy seco ralo de colinas, con similar unidad de vegetación a la plataforma Cope Sur 5X y a 200 m al Suroeste del punto de perforación de la plataforma Cope Sur 5X y a 180 m al Sureste del punto de perforación Cope Sur 1X.
			Vértice 2	0	50	540681	9590489	127		
			Vértice 3	50	50	540725	9590490	126		
			Vértice 4	50	0	540728	9590442	125		



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de parcelas	Código de parcela	Vértice de la parcela			Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación Vegetal	Descripción	
			N.º	X (m)	Y (m)	Este (m)	Norte (m)				
Cope Sur 1X	4	FL19	Vértice 1	0	0	540386	9590639	127	Bosque seco muy ralo de colinas	Parcela instalada en bosque muy seco ralo de colinas, con similar unidad de vegetación a la plataforma Cope Sur 5X y a 1,0 km al Suroeste del punto de perforación de la plataforma Cope Sur 5X y a 230 m al Noroeste del punto de perforación Cope Sur 1X.	
			Vértice 2	0	50	540388	9590687	141			
			Vértice 3	50	50	540434	9590685	137			
			Vértice 4	50	0	540436	9590637	123			
		FL20	Vértice 1	0	0	540587	9590697	135			Parcela instalada en bosque muy seco ralo de colinas, con similar unidad de vegetación a la plataforma Cope Sur 5X y a 800 m al Suroeste del punto de perforación de la plataforma Cope Sur 5X y a 160 m al Norte del punto de perforación Cope Sur 1X.
			Vértice 2	0	50	540586	9590740	119			
			Vértice 3	50	50	540628	9590741	140			
			Vértice 4	50	0	540628	9590691	146			

Tabla 6.12. Ubicación de los sobrevuelos para Fotogrametría con RPAS

Zona/Plataforma	Cantidad de vuelos	Código de Vuelo	Tipo de vuelo	Fecha	Hora	Altura (m)	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 17 M		Dimensiones	Ángulo de cámara	Sobreposición horizontal	Sobreposición vertical	Cantidad de imágenes
					inicio		Este (m)	Norte (m)					
Blanco 1	4	00031	Grilla simple	09/03/2020	9:43	80	549288	9589324	221 m x 600 m	90°	80%	80%	381
		00033	Grilla simple	09/03/2020	10:32	80	549439	9589307	221 m x 600 m	90°	80%	80%	381
		00034	Grilla simple	09/03/2020	10:54	80	549609	9589309	221 m x 600 m	90°	80%	80%	381
		00035	Grilla simple	09/03/2020	12:50	65	549249	9589325	144 m x 600 m	90°	80%	80%	375
Cardo 2X	5	00044	Grilla simple	10/03/2020	11:04	45	546128	9590941	162 m x 600 m	90°	70%	70%	405
		00045	Grilla simple	10/03/2020	12:09	45	545994	9590950	150 m x 600 m	90°	70%	70%	360
		00046	Grilla simple	10/03/2020	12:32	45	545841	9590960	157 m x 591 m	90°	70%	70%	405
		00047	Grilla simple	10/03/2020	12:54	45	545703	9590963	150 m x 600 m	90°	70%	70%	360
		00048	Grilla simple	10/03/2020	13:20	45	545617	9590962	66 m x 600 m	90°	70%	69%	180
	2	00055	Grilla simple	11/03/2020	8:58	30	546067	9591180	100 m x 100 m	90°	80%	80%	204
		00057	Grilla doble	11/03/2020	9:19	30	546065	9591187	101 m x 100 m	90°	80%	80%	407
Piedra Candela 3X	3	00060	Grilla simple	11/03/2020	11:16	65	549713	9591555	200 m x 550 m	90°	80%	80%	473
		00061	Grilla simple	11/03/2020	11:37	65	549530	9591534	200 m x 580 m	90°	80%	80%	506
		00062	Grilla simple	11/03/2020	12:01	65	549347	9591532	200 m x 580 m	90°	80%	80%	506

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de vuelos	Código de Vuelo	Tipo de vuelo	Fecha	Hora	Altura (m)	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 17 M		Dimensiones	Ángulo de cámara	Sobreposición horizontal	Sobreposición vertical	Cantidad de imágenes
					inicio		Este (m)	Norte (m)					
Cope Sur 5X	3	00063	Grilla simple	12/03/2020	9:23	60	541228	9591383	462 m x 185 m	90°	75%	75%	286
		00066	Grilla simple	12/03/2020	9:56	60	541235	9591163	462 m x 312 m	90°	75%	75%	484
		00067	Grilla simple	12/03/2020	10:23	60	541237	9590928	462 m x 217 m	90°	75%	75%	3330
Cope Sur 1X	3	00065	Grilla simple	12/03/2020	11:41	30	540627	9590725	151 m x 469 m	90°	65%	65%	495
		00068	Grilla simple	12/03/2020	12:09	30	540636	9590578	179 m x 469 m	90°	65%	65%	540
		00069	Grilla simple	12/03/2020	12:38	30	540621	9590421	179 m x 469 m	90°	65%	65%	540
Caracol 1X	4	00071	Grilla simple	13/03/2020	10:54	60	539271	9588953	185 m x 475 m	90°	80%	80%	440
		00073	Grilla simple	13/03/2020	11:20	60	539271	9589150	208 m x 475 m	90°	80%	80%	519
		00075	Grilla simple	13/03/2020	12:30	60	539274	9589294	133 m x 475 m	90°	80%	80%	320
		00076	Grilla simple	13/03/2020	12:46	60	539271	9588956	191 m x 475 m	90°	80%	80%	480
Blanco 2	5	00072	Grilla simple	14/03/2020	10:54	15	539488	9590503	105 m x 477 m	90°	45%	45%	531
		00077	Grilla simple	14/03/2020	11:18	15	539495	9590410	118 m x 477 m	90°	45%	45%	590
		00078	Grilla simple	14/03/2020	11:47	15	539497	9590310	108 m x 477 m	90°	45%	45%	531
		00079	Grilla simple	14/03/2020	12:43	15	539502	9590217	104 m x 477 m	90°	45%	45%	531
		00080	Grilla simple	14/03/2020	13:13	15	539505	9590124	109 m x 477 m	90°	45%	45%	590

(*): Sobrevuelo para obtener mayor detalle de la vegetación en parcela permanente Cardo 2X (grilla doble)



6.3.3. Método de análisis

6.3.3.1. Parcelas permanentes

a) Metodología

Para la evaluación de flora silvestre en el área de estudio se consideró la metodología de parcelas permanentes de muestreo (PPM), establecida por Phillips *et al.* (2016) en el «Manual de campo para el establecimiento y remediación de parcelas» de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR) modificada para esta evaluación a un área de 0,25 ha (50 m x 50 m), en el cual fueron evaluados todo los individuos mayores o iguales a 5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), usado extensivamente en bosques tropicales por Gentry (Camara *et al.* 2013; Gentry, 1988a; Enquist y Niklas, 2001; Phillips y Miller, 2002). También, en bosques secos por Linares-Palomino y Ponce-Álvarez (2005), Leal-Pinedo y Linares-Palomino (2005), Linares-Palomino *et al.* (2010) y Espinosa *et al.* (2012) y. Considerado también en los lineamientos establecidos en la Guía de inventario de la flora y vegetación²⁸ publicada y aprobada por el Ministerio del Ambiente.

Se realizaron colectas generales de individuos no registrados (lianas, arbustos, hierbas y epifitas) dentro de las parcelas permanentes, con la intención de obtener una mejor caracterización de la vegetación aledaña a las diferentes plataformas dentro del área de influencia del proyecto.

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 usado para distinguir confiablemente las morfoespecies²⁹.

b) Determinación taxonómica

El material botánico colectado fue conservado en alcohol y posteriormente procesado en las instalaciones del Herbario HOXA - Oxapampa³⁰ y Laboratorio de Florística del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MHN-UNMSM), mediante el uso claves taxonómicas actualizadas, además de las usadas por Gentry (1993), Vásquez (1997), Spichiger *et al.* (1990), Reynel *et al.* (2003) y Vásquez y Rojas (2004); entre otros. Además, las determinaciones han sido corroboradas, cuando fueron necesarias, mediante consulta a especialistas o comparación con muestras del Herbario San Marcos del MHN-UNMSM y base de datos de herbarios virtuales como las del Missouri Botanical Garden y Field Museum Herbarium.

Para el ordenamiento de especies de angiospermas se utilizó el Sistema de Clasificación del The Angiosperm Phylogeny Group IV *et al.* (2016) y para los pteridofitos y afines el Sistema de Clasificación propuesto por Smith *et al.* (2006).

²⁸ Resolución Ministerial N.º 059-2015-MINAM por la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente – MINAM. 2015. 21-31pp.

²⁹ Morfo-especie: Nombre eventual de una especie, basado en caracteres morfológicos.

³⁰ Herbario HOXA, forma parte del Jardín Botánico de Missouri (Missouri Botanical Garden).



6.3.3.2. Clasificación de coberturas

a) Metodología

Como parte de la evaluación de flora silvestre, se realizó la clasificación de cobertura considerando como base la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a una escala 1:100000, y para mejorar la escala de trabajo, se realizó el levantamiento fotogramétrico con RPAS, tomando en cuenta parte de las especificaciones técnicas para la producción cartográfica a escala 1:1000 del IGN y la guía para la elaboración de planes de vuelo con RPAS de CENEPRED. Cabe precisar que en el Perú el uso y operaciones de las aeronaves pilotadas a distancia (RPAS), están reguladas por la Ley N.º 30740³¹ y la Norma Técnica Complementaria NTC: 001-2015.

La fotogrametría es una técnica que permite tener una visión amplia de las zonas de estudio, tal como lo define Pacheco y Pozzobon (2006), las técnicas fotogramétricas permiten alcanzar, con rapidez, amplitud, detalle y a un costo moderado la ubicación de cualquier variable impresa sobre una fotografía, y por ello la fotogrametría es un aliado casi indispensable para el usuario de imágenes espaciales (fotográficas) y para el equipo interdisciplinario que participe en la planificación y evaluación de los recursos naturales y ambientales de un área o región.

Considerando la combinación de la fotogrametría clásica con las nuevas tecnologías, como lo son los RPAS, tenemos una nueva técnica denominada fotogrametría digital, con la que podemos obtener ortomosaicos, nubes de puntos, mallas texturadas y modelos digitales de elevación (MDE), estos MDE se pueden clasificar en 2 tipos: Modelos digital de superficie (MDS) y modelo digital del terreno (MDT), que como describe Tacuri *et al.* (2017), en la actualidad la fotogrametría digital es una de las técnicas principales para obtener información de estructuras en 3D, es decir es de las técnicas más usadas para pasar de un modelo bidimensional (imágenes o fotos aéreas) a un modelo tridimensional (MDS o MDT).

Por otro lado, los índices espectrales de vegetación son medidas cuantitativas, basadas en los valores de reflectancia, que tienden a medir la biomasa o vigor vegetal. Normalmente el índice de vegetación es resultado de operaciones aritméticas aplicadas a distintas regiones del espectro electromagnético con el objeto de obtener un valor simple que indique la cantidad o vigor de vegetación dentro de un píxel. Altos valores de índices de vegetación identifican píxeles cubiertos por proporciones substanciales de vegetación saludable (Jensen, 2015).

En esta evaluación, para delimitar la cobertura de vegetación y de no vegetación, se usó el denominado índice de hojas verdes (Green leaf index, en adelante índice GLI). Este índice se diseñó originalmente para usarse con una cámara RGB digital para medir la cobertura de trigo, donde los números digitales (DN) rojo, verde y azul van de 0 a 255 (Louhaichi, 2001).

$$\text{Índice GLI} = (b2 - b3) + (b2 - b1)/(2 * b2) + b3 + b1 \quad (6.7)$$

Donde:

- b1*: Banda azul
- b2*: Banda verde
- b3*: Banda roja

³¹ Ley que regula el uso y las operaciones de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS).

Los valores de GLI oscilan entre -1 y +1. Los valores negativos representan características del suelo y no vivas, mientras que los valores positivos representan hojas y tallos verdes (Louhaichi, 2001).

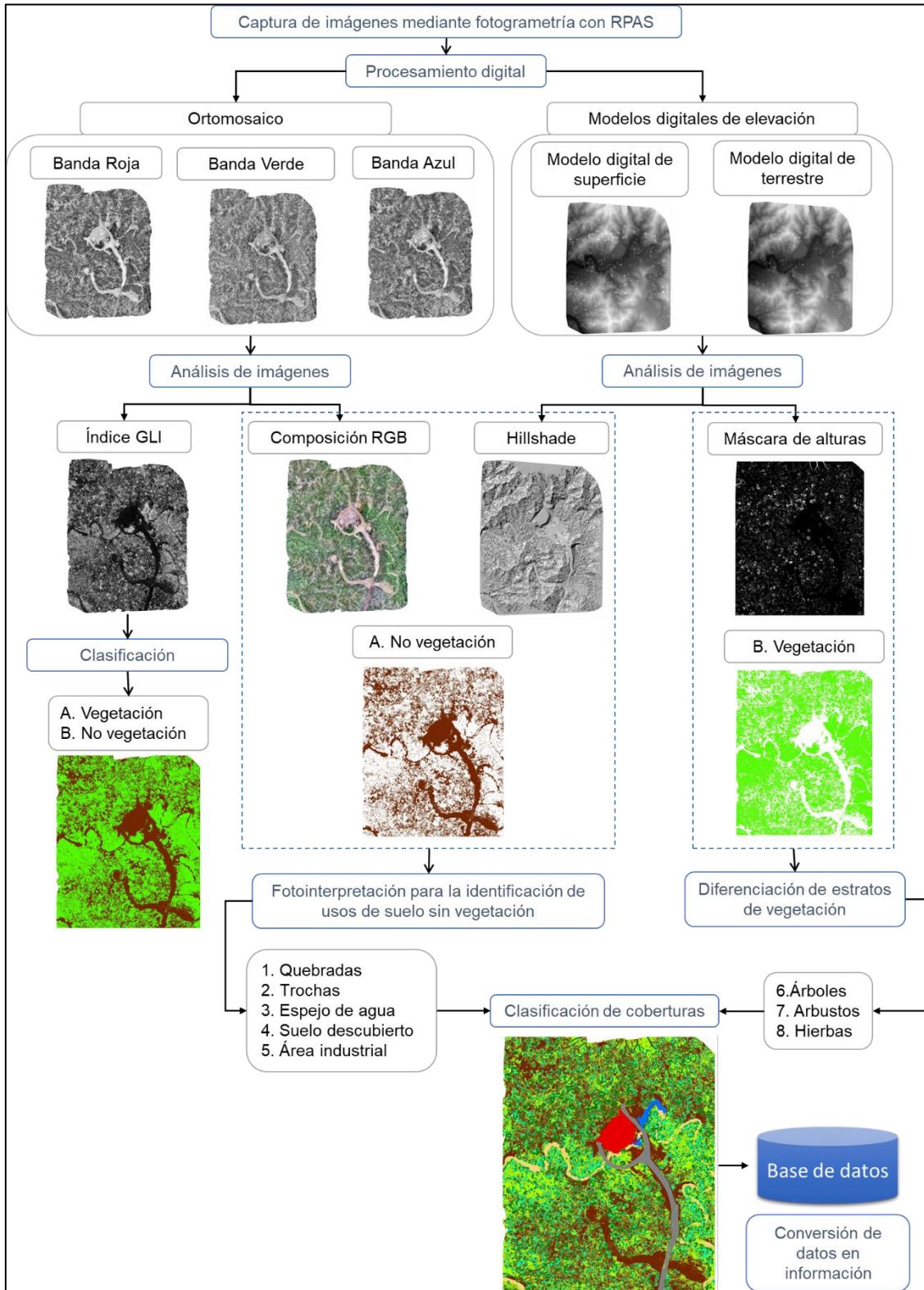


Figura 6.12. Esquema de la metodología para la clasificación de coberturas.



Luego, la cobertura delimitada como vegetación fue dividida en estratos diferenciados por 3 rangos de altura (menor a 0,5 m, de 0,5 a 1,5 m y mayor a 1,5 m), y para obtener la variable de la altura de la vegetación se realizó la siguiente operación:

$$\text{Altura de la vegetación} = MDS - MDT \quad (6.8)$$

Donde:

MDS: Modelo digital de superficie

MDT: Modelo digital de terreno

La cobertura delimitada como no vegetación fue dividida según la identificación de usos del suelo usando la técnica de la fotointerpretación. El análisis fotogramétrico o también denominada fotointerpretación, según Pacheco y Pozzobon (2006), se considera como la identificación de objetos sobre fotografías aéreas que dependen de una serie de factores que pueden ser asociados en 3 grupos: a) la capacidad del intérprete b) la calidad del material aerofotográfico y c) las características propias de los objetos fotografiados. Lehmann (1975), manifiesta que la fotointerpretación no tiene como fin la medida, sino la investigación y la significación del contenido de las vistas en cuanto respecta a la geografía, la geología, la vegetación o la investigación arqueológica.

En base a todo lo antes expuesto, se realizó la clasificación de la cobertura en 8 clases: árboles, arbustos, hierbas, quebradas, trochas, espejo de agua, suelo descubierto y área industrial, Figura 6.12. En ese sentido, se consideró:

- La revisión e identificación, en gabinete, de las zonas que corresponden a las plataformas y los ecosistemas presentes en su entorno inmediato de manera (no supervisada), en base a mapas referenciales³².
- La supervisión y validación de las zonas y ecosistemas identificados en gabinete, que fue realizada durante la evaluación de campo.
- El procesamiento fotogramétrico para la obtención de ortomosaicos y modelos digitales de elevación, que fue realizada en gabinete, mediante el uso de software especializado³³.
- El análisis de los ortomosaicos y modelos digitales de elevación para la clasificación de coberturas a escala 1:1000, que fue realizada mediante el uso de software especializados³⁴.
- La conversión de datos en información.

6.4. Objetivo específico 4: Evaluar la fauna silvestre (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

En el siguiente apartado se muestra la metodología desarrollada para evaluar la fauna silvestre (anfibios y reptiles, aves y mamíferos) en el área de estudio. Estos comprenden los procedimientos para la toma de muestras, ubicación de los puntos de muestreo, parámetros, métodos de análisis, equipos y criterios de comparación.

³² Resolución Ministerial N.º 440-2018-MINAM. Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú ha tomado como insumo para su elaboración el documento denominado Definiciones Conceptuales de los Ecosistemas del Perú.

³³ Drone2Map for ArcGIS.

³⁴ ArcGIS Pro for ArcGIS.



6.4.1. Guías utilizadas para la evaluación

6.4.1.1. Anfibios y Reptiles

Los documentos usados como guía y manual para la ejecución de la evaluación de anfibios y reptiles dentro en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela, localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 se menciona en la Tabla 6.13.

Tabla 6.13. Protocolos de monitoreo para la evaluación de anfibios y reptiles

Protocolo	País
Guía de inventario de la fauna silvestre (2015) – Capítulo 5 (Resolución Ministerial N.º 057-2015-MINAM)	Perú
Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina (2006)	Sudamérica

6.4.1.2. Aves

Los documentos usados como guía y manual para la ejecución de la evaluación de aves dentro del área de estudio se mencionan en la Tabla 6.14.

Tabla 6.14. Protocolos de monitoreo para la evaluación de aves

Protocolo	País
Guía de inventario de la fauna silvestre - Capítulo 6 (Resolución Ministerial N.º 057-2015-MINAM)	Perú
Manual de métodos de campo para el inventario de aves terrestres	EE. UU.

6.4.1.3. Mamíferos

El documento usado como manual y guía para la evaluación mamíferos (mayores, menores voladores y no voladores) dentro del área de estudio fue la Guía de inventario de fauna silvestre, capítulo 4 (Resolución Ministerial N.º 057-2015-MINAM).

6.4.2. Ubicación de zonas

La ubicación de las zonas evaluadas para el componente fauna silvestre, se observan en la Figura 6.13. A continuación se detalla cada uno de los grupos de los que conforman este componente.

6.4.2.1. Anfibios y reptiles

En el área de estudio se realizaron un total de 77 búsquedas por encuentro visual (VES), las cuales se distribuyeron en las plataformas Cope Sur 1X y 5X, Cardo 2X y Piedra Candela 3X, así como el Blanco-1 y Blanco-2 localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939. Las coordenadas de ubicación y descripción de los VES se presentan en la Tabla 6.15.

6.4.2.2. Aves

Durante la evaluación de aves en el área de estudio se realizaron un total de 22 búsquedas intensivas y se colocaron 18 redes niebla en total, las cuales fueron instaladas de forma estratégica, con el objetivo de registrar el mayor número de especies. Las coordenadas de ubicación de las búsquedas intensivas y de las redes niebla, se presentan en la Tabla 6.16 y Tabla 6.17 respectivamente. Además, se generaron un total de 100 listas de Mackinnon, las cuales se distribuyeron en las plataformas Cope Sur 1X y 5X, Cardo 2X, Piedra Candela 3X y Blanco-1 localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.

6.4.2.3. Mamíferos

Para la evaluación de mamíferos menores no voladores se empleó el método de captura mediante trampas de captura viva, denominadas trampas Sherman. Se estableció 1 transecto o línea de captura con 50 estaciones en total, separadas 10 metros entre sí; cada estación estuvo compuesta por 2 trampas colocadas a nivel del suelo y ramas de arbustos; para la evaluación de mamíferos menores voladores se instalaron 46 redes en total

Mientras que, para la evaluación de mamíferos mayores se colocaron 38 cámaras trampa; todas estas estuvieron distribuidas en las plataformas Cope Sur 1X y 5X, Cardo 2X, Piedra Candela 3X, Blanco-1 y Blanco-2. Las coordenadas de ubicación de las trampas Sherman, redes niebla y cámaras trampa, se presentan en las Tablas 6.19, 6.20 y 6.21 respectivamente.

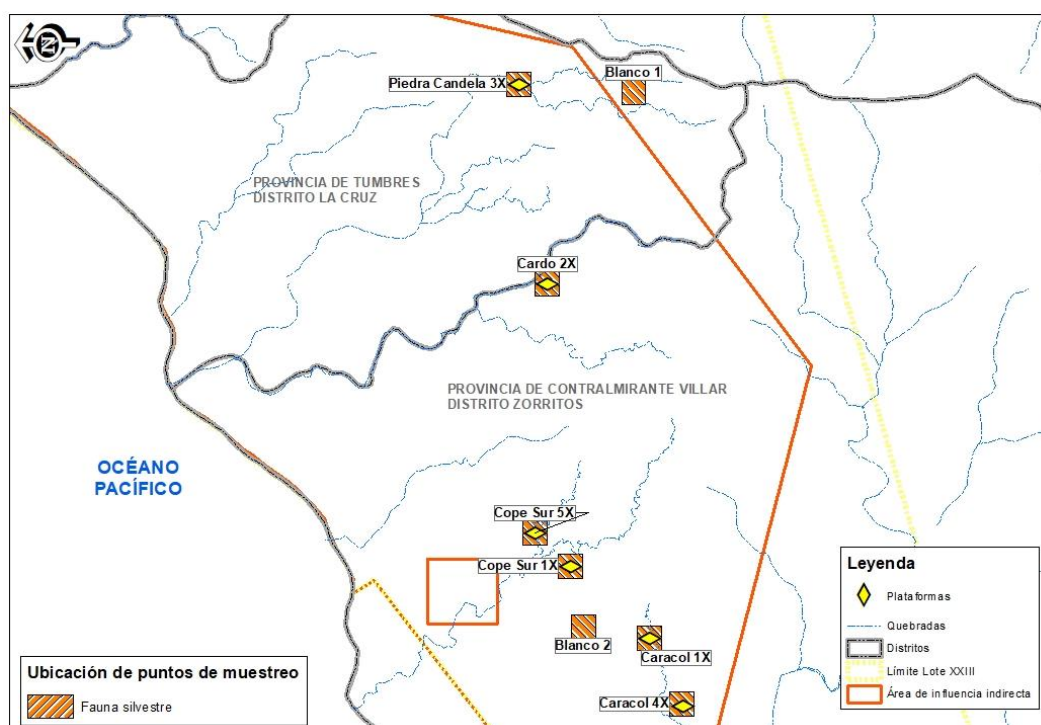


Figura 6.13. Esquema de las zonas de muestreo de fauna silvestre en el entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Tabla 6.15. Ubicación de las búsquedas por encuentro visual (VES) para la evaluación de los anfibios y reptiles

Zona/Plataforma	Cantidad de VES	Código VES	Fecha	Coordenada inicial UTM		Altitud inicial (m s.n.m)	Coordenada final UTM		Altitud final (m s.n.m)	Hora inicio	Hora final	Formación Vegetal	Descripción
				WGS84 – Zona 17M			WGS84 – Zona 17M						
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Piedra Candela 3X	16	FA-HE-V1	04/03/2020	549505	9591614	187	549434	9591656	187	11:22	11:52	Bosque seco semidenso de colinas	Bosque con abundante vegetación estacional, arbustos de porte medio y algunos árboles dispersos. Pendiente media
		FA-HE-V2	04/03/2020	549347	9591658	192	549244	9591645	209	12:06	12:36		Bosque con abundante vegetación estacional, arbustos de porte medio y algunos árboles dispersos. Pendiente media
		FA-HE-V3	04/03/2020	549516	9591460	156	549443	9591379	174	19:41	20:11		Quebrada seca con abundante vegetación en los bordes, arbustos de porte medio y algunos árboles medianos.
		FA-HE-V4	04/03/2020	549405	9591293	181	549334	9591217	191	20:28	20:58		Quebrada seca con abundante vegetación en los bordes, arbustos de porte medio y algunos árboles medianos.
		FA-HE-V5	04/03/2020	549570	9591108	199	549513	9591193	197	21:00	21:30		Quebrada seca con abundante vegetación en los bordes, arbustos de porte medio y algunos árboles medianos.
		FA-HE-V6	04/03/2020	549589	9591018	202	549640	9590934	204	21:40	22:10		Bosque con abundante vegetación estacional, arbustos de porte medio y algunos árboles dispersos.
		FA-HE-V7	04/03/2020	549604	9591148	197	549574	9591248	197	22:20	22:50		Quebrada seca con abundante vegetación en los bordes, arbustos de porte medio y algunos árboles medianos.
		FA-HE-V30	09/03/2020	549605	9591550	195	549569	9591639	194	20:41	21:11		Perímetro de la plataforma que presenta escorrentía superficial producto de las lluvias estacionales, con vegetación abundante.
		FA-HE-V9	05/03/2020	549609	9591640	185	549673	9591600	196	10:08	10:38		Bosque con abundante vegetación estacional, arbustos de porte medio y algunos árboles dispersos. Pendiente alta
		FA-HE-V10	05/03/2020	549706	9591512	208	549737	9591381	223	11:06	11:36		
		FA-HE-V11	05/03/2020	549793	9591297	204	549881	9591220	203	12:06	12:36		

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de VES	Código VES	Fecha	Coordenada inicial UTM		Altitud inicial (m s.n.m)	Coordenada final UTM		Altitud final (m s.n.m)	Hora inicio	Hora final	Formación Vegetal	Descripción
				WGS84 – Zona 17M			WGS84 – Zona 17M						
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Piedra Candela 3X	16	FA-HE-V12	05/03/2020	549550	9591820	177	549490	9591726	182	14:13	14:43	Bosque seco semidenso de colinas	Borde de quebrada seca con abundante vegetación en los bordes, arbustos de porte medio y algunos árboles medianos.
		FA-HE-V13	05/03/2020	549535	9591593	186	549503	9591514	188	15:15	15:45		
		FA-HE-V41	10/03/2020	549554	9591713	191	549582	9591826	185	15:30	16:00		
		FA-HE-V42	10/03/2020	549605	9591451	191	549546	9591371	192	16:08	16:38		
		FA-HE-V43	10/03/2020	549477	9591473	189	549400	9591524	193	16:45	17:15		
Blanco-1	16	FA-HE-V14	06/03/2020	549048	9589528	243	549131	9589496	272	9:54	10:26	Bosque seco semidenso de colinas	Bosque con abundante vegetación estacional, arbustos de porte medio y algunos árboles dispersos. Pendiente alta
		FA-HE-V15	06/03/2020	549199	9589432	275	549295	9589442	282	10:51	11:21		
		FA-HE-V16	06/03/2020	549375	9589386	296	549428	9589308	294	11:53	12:23		
		FA-HE-V17	06/03/2020	549387	9589183	280	549288	9589150	261	12:33	13:03		
		FA-HE-V18	06/03/2020	549022	9589397	251	548953	9589467	249	13:37	14:07		
		FA-HE-V19	07/03/2020	549019	9589554	242	549051	9589643	246	13:28	13:58		
		FA-HE-V20	07/03/2020	549148	9589238	286	549153	9589141	270	14:45	15:15		
		FA-HE-V21	07/03/2020	549173	9589256	252	549191	9589134	254	21:34	22:04		
		FA-HE-V22	07/03/2020	549158	9589057	256	549076	9588980	259	22:10	22:40		
		FA-HE-V23	08/03/2020	549331	9589819	247	549337	9589725	267	9:40	10:10		
		FA-HE-V24	08/03/2020	549171	9589781	239	549109	9589713	240	10:56	11:26		
FA-HE-V25	08/03/2020	548876	9589565	249	548799	9589624	267	13:14	13:44				

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de VES	Código VES	Fecha	Coordenada inicial UTM		Altitud inicial (m s.n.m)	Coordenada final UTM		Altitud final (m s.n.m)	Hora inicio	Hora final	Formación Vegetal	Descripción
				WGS84 – Zona 17M			WGS84 – Zona 17M						
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Blanco-1	16	FA-HE-V31	09/03/2020	548968	9589511	270	548946	9589626	251	21:34	22:04	Bosque seco semidenso de colinas	Quebrada seca con abundante vegetación en los bordes, arbustos de porte medio y algunos árboles medianos.
		FA-HE-V32	09/03/2020	549017	9589680	246	549130	9589684	241	22:14	22:44		
		FA-HE-V33	09/03/2020	549209	9589704	239	549234	9589804	235	23:10	23:40		
		FA-HE-V34	09/03/2020	549280	9589923	232	549306	9590034	229	23:50	0:20		
Cardo 2X	16	FA-HE-V26	09/03/2020	545870	9591181	118	545801	9591094	148	11:36	12:06	Bosque seco de colinas	Área con parches de bosques secos y zonas sin vegetación, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera.
		FA-HE-V27	09/03/2020	545729	9591146	148	545646	9591212	157	12:17	12:47		Área con parches de bosques secos, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera.
		FA-HE-V28	09/03/2020	545538	9591223	147	545448	9591250	146	13:02	13:32	Bosque seco ralo de colinas	Área con parches de bosques secos, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente alta
		FA-HE-V29	09/03/2020	545515	9591126	153	545614	9591106	155	13:38	14:08		
		FA-HE-V35	10/03/2020	545794	9590827	172	545727	9590736	206	9:35	10:05		
		FA-HE-V36	10/03/2020	545746	9590662	219	545833	9590626	227	10:19	10:49		
		FA-HE-V37	10/03/2020	545894	9590656	225	545952	9590740	218	11:16	11:46		
		FA-HE-V38	10/03/2020	546002	9590812	208	546070	9590886	180	11:50	12:20		
		FA-HE-V39	10/03/2020	546057	9590941	176	546068	9591033	166	12:39	13:09		
		FA-HE-V40	10/03/2020	546056	9591160	161	546159	9591112	161	13:54	14:24		
		FA-HE-V51	11/03/2020	545794	9590967	167	545723	9591023	161	20:45	21:15		
		FA-HE-V52	11/03/2020	545985	9591148	166	546072	9591064	164	22:18	22:48		
		FA-HE-V53	11/03/2020	546162	9591038	165	546259	9590991	168	22:52	23:22		
		FA-HE-V67	13/03/2020	545922	9591221	100	545884	9591324	128	20:42	21:12		
		FA-HE-V68	13/03/2020	545835	9591358	128	545830	9591472	137	21:25	21:55		
FA-HE-V69	13/03/2020	545761	9591527	139	545768	9591642	138	22:05	22:35				

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de VES	Código VES	Fecha	Coordenada inicial UTM		Altitud inicial (m s.n.m)	Coordenada final UTM		Altitud final (m s.n.m)	Hora inicio	Hora final	Formación Vegetal	Descripción
				WGS84 – Zona 17M			WGS84 – Zona 17M						
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Cope Sur 5X	13	FA-HE-V54	12/03/2020	541191	9591445	131	541131	9591517	134	9:18	9:48	Bosque seco ralo de colinas	Área con parches de bosques secos, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente alta
		FA-HE-V55	12/03/2020	541176	9591367	124	541098	9591288	124	10:00	10:30		Borde de quebrada seca con abundante vegetación en los bordes, arbustos de porte medio y algunos árboles medianos.
		FA-HE-V56	12/03/2020	540991	9591206	110	540906	9591166	92	10:44	11:14		Área con parches de bosques secos, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente baja
		FA-HE-V57	12/03/2020	540912	9591073	89	540989	9591143	92	11:27	11:57		Área con parches de bosques secos, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente alta.
		FA-HE-V58	12/03/2020	541016	9591103	96	541097	9591090	101	12:05	12:35		Área con parches de bosques secos, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente baja
		FA-HE-V59	12/03/2020	541156	9591142	96	541249	9591132	103	12:50	13:20		Área con parches de bosques secos, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente alta.
		FA-HE-V60	12/03/2020	541359	9591151	107	541454	9591176	111	13:54	14:24		Área con parches de bosques secos, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente baja
		FA-HE-V64	13/03/2020	541323	9591030	126	541254	9590948	127	11:44	12:14		Área con parches de bosques secos, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente alta.
		FA-HE-V65	13/03/2020	541403	9590942	114	541494	9590995	127	12:20	12:50		Área con parches de bosques secos, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente baja
		FA-HE-V66	13/03/2020	541528	9591088	137	541625	9591148	136	13:02	13:32		Área con parches de bosques secos, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente alta.
		FA-HE-V76	14/03/2020	541323	9591159	134	541280	9591253	117	20:27	20:57		Perímetro de la plataforma con parches de vegetación y poza de agua de gran tamaño formada por las lluvias estacionales.
		FA-HE-V77	14/03/2020	541116	9591158	104	541038	9591148	95	21:05	21:35		Borde de quebrada seca con abundante vegetación en los bordes, arbustos de porte medio y algunos árboles medianos.
FA-HE-V78	14/03/2020	541399	9591011	112	541425	9591089	102	22:24	22:54	Quebrada seca con abundante vegetación en los bordes, arbustos de porte medio y algunos árboles medianos.			

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de VES	Código VES	Fecha	Coordenada inicial UTM		Altitud inicial (m s.n.m)	Coordenada final UTM		Altitud final (m s.n.m)	Hora inicio	Hora final	Formación Vegetal	Descripción
				WGS84 – Zona 17M			WGS84 – Zona 17M						
				Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)					
Blanco-2	6	FA-HE-V70	14/03/2020	539676	9590123	107	539689	9590228	141	10:31	11:01	Bosque seco ralo de colinas	Área con parches de bosques secos y zonas sin vegetación, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente baja.
		FA-HE-V71	14/03/2020	539605	9590368	157	539707	9590430	58	11:06	11:36		Área con parches de bosques secos y zonas sin vegetación, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente alta.
		FA-HE-V72	14/03/2020	539623	9590496	200	539506	9590510	146	11:47	12:17		Área con parches de bosques secos y zonas sin vegetación, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente baja.
		FA-HE-V73	14/03/2020	539438	9590584	98	539342	9590522	108	12:27	12:57		
		FA-HE-V74	14/03/2020	539265	9590480	113	539301	9590383	119	13:08	13:38		Área con parches de bosques secos y zonas sin vegetación, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente baja.
		FA-HE-V75	14/03/2020	539446	9590472	96	539481	9590359	105	13:46	14:16		
Cope Sur 1X	10	FA-HE-V44	11/03/2020	540615	9590353	107	540617	9590458	109	9:27	9:57	Bosque seco muy ralo de colinas	Área con parches de bosques secos y zonas sin vegetación, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente baja.
		FA-HE-V45	11/03/2020	540510	9590470	122	540486	9590570	140	10:07	10:37		Área con parches de bosques secos y zonas sin vegetación, con algunos árboles dispersos y vegetación rastrera. Pendiente alta.
		FA-HE-V46	11/03/2020	540523	9590662	146	540426	9590705	149	10:49	11:19		
		FA-HE-V47	11/03/2020	540597	9590669	145	540631	9590764	150	11:23	11:53		
		FA-HE-V48	11/03/2020	540751	9590679	138	540848	9590742	118	12:16	12:46		
		FA-HE-V49	11/03/2020	540640	9590980	114	540645	9590872	126	14:20	14:50		
		FA-HE-V50	11/03/2020	540636	9590804	136	540741	9590849	96	14:56	14:26		
		FA-HE-V61	13/03/2020	540562	9590604	134	540569	9590504	119	9:04	9:34		
		FA-HE-V62	13/03/2020	540557	9590710	117	540556	9590770	110	9:45	10:15		
		FA-HE-V63	13/03/2020	540539	9590886	104	540532	9590999	100	10:31	11:01		



Tabla 6.16. Ubicación de las búsquedas intensivas para la evaluación de aves en el área de estudio

Zona/Plataforma	Cantidad de búsquedas intensivas	Código de búsquedas intensivas	Fecha	Hora inicio	Hora final	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Formación Vegetal	Descripción
						Este (m)	Norte (m)			
Piedra Candela 3X	3	FA-AV-B1	05/03/2020	8:56	9:06	549541	9591445	139	Bosque seco semidenso de colinas	Zona de quebrada cercana al bosque seco semidenso, ubicada en el entorno de la plataforma Piedra Candela 3X, con presencia de árboles con una altura aproximada entre 9 m a 15 m, con un sotobosque denso, pendiente leve con presencia de rocas de diversos tamaños.
				9:06	9:16	549610	9591370	142		
				9:16	9:26	549668	9591425	155		
				9:26	9:36	549712	9591436	164		
				9:36	9:46	549801	9591297	184		
				9:46	9:56	549865	9591222	197		
				9:56	10:06	550026	9591212	243		
		FA-AV-B2	05/03/2020	11:30	11:40	549420	9591466	146		Zona de bosque seco semidenso, ubicada en el entorno de la plataforma Piedra Candela 3X, con árboles de una altura aproximada de 7 m, matorral denso, con geografía accidentada y pendiente leve.
				11:40	11:50	549384	9591247	148		
				11:50	12:00	549219	9591204	153		
				12:00	12:10	549142	9591039	157		
				12:10	12:20	549078	9590841	164		
				12:20	12:30	549215	9590733	167		
		FA-AV-B3	05/03/2020	12:30	12:42	549230	9590615	171		Zona de bosque seco semidenso, ubicada en el entorno de la plataforma Piedra Candela 3X, con matorral denso y árboles de diferentes tamaños, pero de gran cobertura, con presencia de rocas de diversos tamaños y pendiente leve.
				14:24	14:39	549556	9591578	161		
				14:39	14:54	549608	9591833	154		
				14:54	15:09	549653	9592201	150		
				15:09	15:24	549683	9592194	147		
Blanco-1	5	FA-AV-B4	07/03/2020	15:24	15:39	549684	9592342	146	Zona de bosque seco semidenso, con similar unidad de vegetación a la plataforma Piedra Candela 3X denominada Blanco-1, con árboles con una altura aproximada entre 9 m a 15 m, de gran cobertura, sotobosque denso, con geografía accidentada y pendiente moderada.	
				15:39	15:54	549515	9592461	159		
				10:18	10:36	549015	9589529	238		
				10:36	10:49	549115	9589514	259		
				10:49	11:06	549185	9589435	265		
				11:06	11:17	549318	9589443	273		
11:17	11:30	549368	9589450	277						
11:30	11:42	549444	9589575	281						

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de búsquedas intensivas	Código de búsquedas intensivas	Fecha	Hora inicio	Hora final	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Formación Vegetal	Descripción
						Este (m)	Norte (m)			
Blanco-1	5	FA-AV-B5	07/03/2020	14:40	14:52	549038	9589449	269	Bosque seco semidenso de colinas	Zona de bosque seco, con similar unidad de vegetación a la plataforma Piedra Candela 3X denominada Blanco-1, con presencia de árboles de gran cobertura, sotobosque denso, con presencia de piedras y rocas de diferentes tamaños, de pendiente moderada.
				14:52	15:03	548929	9589561	268		
				15:03	15:16	549068	9589674	264		
				15:16	15:30	549219	9589776	262		
				15:30	15:44	549272	9589982	261		
				15:44	16:00	549307	9590029	261		
		FA-AV-B6	08/03/2020	10:25	10:40	549457	9589600	286		Zona de bosque seco semidenso, con similar unidad de vegetación a la plataforma Piedra Candela 3X denominada Blanco-1, con geografía accidentada, de pendiente moderada, con presencia de árboles de gran cobertura y sotobosque denso.
				10:40	10:55	549391	9589703	284		
				10:55	11:10	549370	9589756	277		
				11:10	11:25	549331	9589884	244		
				11:25	11:35	549362	9589977	241		
		FA-AV-B7	08/03/2020	11:45	11:55	549202	9589920	249		Zona de bosque seco semidenso, con similar unidad de vegetación a la plataforma Piedra Candela 3X, denominada Blanco-1, con árboles con una altura aproximada entre 9 m a 15 m, con un sotobosque denso, con geografía accidentada y pendiente moderada.
				11:55	12:05	549179	9589838	255		
				12:05	12:19	549070	9589777	257		
				12:19	12:34	548948	9589716	271		
				12:34	12:49	548861	9589626	265		
		FA-AV-B8	09/03/2020	8:52	9:13	549137	9589276	136		Zona de bosque seco, con similar unidad de vegetación a la plataforma Piedra Candela 3X denominada Blanco-1, con árboles de gran cobertura, sotobosque denso, con presencia de piedras y rocas de diferentes tamaños, de pendiente moderada.
				9:13	9:30	549139	9589041	142		
				9:30	9:43	549052	9588919	143		
9:43	9:56			548980	9588783	148				
9:56	10:10			549026	9588653	152				
10:10	10:25			549089	9588532	157				
Cardo 2X	4	FA-AV-B9	10/03/2020	8:29	8:43	545974	9591171	137	Bosque seco ralo, ubicado en el entorno de la plataforma Cardo 2X, con presencia de árboles con una 4 m a 8 m de altura, sotobosque denso, de pendiente leve, pero alterado por la presencia del ganado.	
				8:43	8:58	546123	9591109	141		
				8:58	9:19	546289	9591038	146		
				9:19	9:47	546406	9591044	153		
				9:47	10:00	546549	9591017	161		
				10:00	10:17	546596	9590874	158		

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de búsquedas intensivas	Código de búsquedas intensivas	Fecha	Hora inicio	Hora final	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Formación Vegetal	Descripción
						Este (m)	Norte (m)			
Cardo 2X	4	FA-AV-B10	10/03/2020	10:27	10:47	546513	9590880	159	Bosque seco ralo de colinas	Zona de bosque seco ralo, ubicado en el entorno de la plataforma Cardo 2X, con árboles de 10 m a 12 m, ubicado cerca de una quebrada sin nombre, con sotobosque abierto, de pendiente leve.
				10:47	11:07	546359	9590889	157		
				11:07	11:27	546222	9590892	150		
				11:27	11:47	545911	9590871	157		
				11:47	12:12	545711	9590742	202		
		FA-AV-B11	10/03/2020	13:05	13:17	545643	9590877	179		Zona de bosque seco ralo, ubicado en el entorno de la plataforma Cardo 2X, con árboles de 5 m a 8 m, con sotobosque abierto, de pendiente leve, pero con geografía accidentada.
				13:17	13:29	545544	9591116	151		
				13:29	13:42	545605	9591247	152		
				13:42	13:57	545791	9591320	149		
		FA-AV-B12	11/03/2020	13:57	14:15	545943	9591324	148		Zona de bosque seco, ubicado en el entorno de la plataforma Cardo 2X, con presencia de árboles de 5 m a 12 m, sotobosque denso pero abierto, de pendiente leve.
				10:39	10:55	545953	9591172	186		
				10:55	11:13	545836	9591393	151		
				11:13	11:39	545702	9591517	192		
				11:39	11:55	545676	9591663	192		
				11:55	12:15	545623	9591855	179		
Cope Sur 5X	5	FA-AV-B13	12/03/2020	12:15	12:30	545656	9591949	175	Bosque seco ralo de colinas	Bosque seco ralo, ubicado en el entorno de la plataforma Cope Sur 5X, con presencia de árboles de 7 m a 9 m de altura, sotobosque denso y con pendiente moderada.
				9:19	9:40	541195	9591297	112		
				9:40	9:56	541046	9591259	105		
				9:56	10:10	540920	9591162	82		
				10:10	10:36	540741	9591220	73		
				10:36	11:16	540675	9591360	78		
		FA-AV-B14	12/03/2020	11:16	11:36	540853	9591575	99		Bosque seco ralo, ubicado en el entorno de la plataforma Cope Sur 5X, con presencia de sotobosque denso, árboles de 7 m a 9 m, con geografía accidentada y pendiente leve.
				11:39	11:56	540882	9591447	108		
				11:56	12:14	540983	9591542	116		
				12:14	12:32	541027	9591329	96		
				12:32	12:52	541220	9591465	133		
				12:52	13:06	541462	9591501	146		
				13:06	13:16	541561	9591446	147		



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de búsquedas intensivas	Código de búsquedas intensivas	Fecha	Hora inicio	Hora final	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Formación Vegetal	Descripción
						Este (m)	Norte (m)			
Cope Sur 5X	5	FA-AV-B15	12/03/2020	13:20	13:34	541608	9591150	139	Bosque seco ralo de colinas	Zona de bosque ralo, ubicado en el entorno de la plataforma Cope Sur 5X, con presencia de árboles con una altura aproximada entre 7 m a 9 m, arbustos densos y sotobosque definido, con geografía accidentada y con pendiente moderada.
				13:34	13:46	541689	9591280	145		
				13:46	13:58	541477	9591259	121		
				13:58	14:10	541361	9591150	107		
				14:10	14:24	541242	9591108	102		
		FA-AV-B16	12/03/2020	15:47	16:06	541265	9591026	124		Bosque seco ralo, ubicado en el entorno de la plataforma Cope Sur 5X, con presencia de árboles de 5 m a 8 m, con presencia de sotobosque abierto, de pendiente leve.
				16:06	16:17	541409	9590919	122		
				16:17	16:30	541303	9590781	122		
				16:30	16:42	541256	9590698	122		
				16:42	16:55	541151	9590608	121		
		FA-AV-B17	13/03/2020	16:55	17:08	540994	9590447	120		Bosque seco ralo con pendiente moderada, ubicado en el entorno de la plataforma Cope Sur 5X, árboles de una altura aproximada de 7 m a 9 m., con geografía accidentada.
				11:58	12:10	541445	9591138	58		
				12:10	12:32	541468	9590941	66		
				12:32	12:47	541555	9590774	69		
				12:47	13:02	541754	9590724	73		
Cope Sur 1X	5	FA-AV-B18	13/03/2020	13:02	13:20	541873	9590555	82	Bosque seco muy ralo de colinas	Zona de bosque seco muy ralo, ubicado en el entorno de la plataforma Cope Sur 5X, con presencia de piedras y rocas abundantes, de geografía accidentada y pendiente leve. Con árboles con un rango de 2 m a 9 m y sotobosque abierto.
				14:27	14:43	540644	9590255	91		
				14:43	14:55	540459	9590232	88		
				14:55	15:05	540160	9590081	82		
				15:05	15:15	539924	9589948	101		
		FA-AV-B19	14/03/2020	15:15	15:25	539727	9589858	89		Zona de bosque seco, ubicado en el entorno de la plataforma Cope Sur 1X, con presencia de árboles de 7 m a 9 m de altura, sotobosque denso, con geografía accidentada y pendiente leve.
				15:25	15:35	539465	9589856	97		
				8:57	9:20	540729	9590306	93		
				9:20	9:45	540758	9590474	87		
				09:45	10:13	540859	9590582	66		
10:13	10:33	540948	9590743	61						
10:33	10:53	540192	9590698	81						

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de búsquedas intensivas	Código de búsquedas intensivas	Fecha	Hora inicio	Hora final	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Formación Vegetal	Descripción
						Este (m)	Norte (m)			
Cope Sur 1X	5	FA-AV-B20	14/03/2020	11:05	11:20	540722	9590676	97	Bosque seco muy ralo de colinas	Zona de bosque seco muy ralo, ubicado la parte alta de la montaña en el entorno de la plataforma Cope Sur 1X, con geografía accidentada y pendiente leve, con presencia de árboles de 7 m y un sotobosque denso.
				11:20	11:35	540578	9590668	105		
				11:35	11:50	540395	9590705	112		
				11:50	12:05	540257	9590775	108		
				12:05	12:20	540111	9590822	98		
				12:20	12:35	540098	9590674	70		
		FA-AV-B21	14/03/2020	12:39	12:50	540053	9590528	72		Zona de bosque seco muy ralo, ubicado en el entorno de la plataforma Cope Sur 1X, con presencia de sotobosque denso, con árboles con una altura entre 3 m a 8 m, con presencia de rocas de diferentes tamaños, con pendiente leve.
				12:50	13:02	540133	9590452	77		
				13:02	13:15	540234	9590431	81		
				13:15	13:25	540361	9590372	85		
				13:25	13:35	540564	9590313	94		
		FA-AV-B22	14/03/2020	13:35	13:50	540763	9590287	110		Zona de bosque seco, ubicado en el entorno de la plataforma Cope Sur 1X, con presencia de árboles de 3 m y sotobosque abierto, de pendiente leve con presencia de rocas de diferente tamaño.
				15:17	15:32	540798	9590232	128		
				15:32	15:45	540816	9590049	123		
				15:45	16:00	540700	9589909	123		
				16:00	16:15	540519	9589880	123		
				16:15	16:30	540316	9589896	116		
						16:30	16:45	540233		9590055

**Tabla 6.17.** Ubicación de las redes niebla para la evaluación de aves

Zona/Plataforma	Cantidad de redes niebla	Código de redes niebla	Fecha	Hora inicio	Hora final	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Formación Vegetal	Descripción
						Este (m)	Norte (m)			
Piedra Candela 3X	5	R1_PC3X	04/03/2020	12:12	16:00	549472	9591407	184	Bosque seco semidenso de colinas	Redes ubicadas en el entorno de la plataforma Piedra Candela 3X, en zonas de bosque seco semidenso, en áreas de transición de bosque a sotobosque denso.
		R2_PC3X		12:48	16:00	549533	9591438	187		
		R3_PC3X		13:20	16:00	549495	9591516	192		
		R4_PC3X		15:49	16:00	549410	9591466	191		
		R5_PC3X		15:46	16:00	549419	9591381	144		
Blanco-1	5	R1_PB01	06/03/2020	10:45	16:00	549064	9589405	299	Bosque seco semidenso de colinas	Redes ubicadas en zonas con similar unidad de vegetación a la plataforma Piedra Candela 3X denominada Blanco-1, en áreas de transición de bosque a sotobosque denso, geografía accidentada con pendiente leve.
		R2_PB01		11:11	16:00	549100	9589395	300		
		R3_PB01		11:26	16:00	549120	9589349	302		
		R4_PB01		12:23	16:00	549019	9589425	305		
		R5_PB01		12:50	16:00	549012	9589464	304		
Cardo 2X	4	R1_PC2X	09/03/2020	11:56	16:00	546080	9591148	60	Bosque seco ralo de colinas	Redes ubicadas en el entorno de la plataforma Cardo 2X, en zonas de bosque semidenso, con geografía accidentada y pendiente leve, bordeados de árboles con una altura promedio de 10 m.
		R2_PC2X		12:26	16:00	546165	9591066	65		
		R3_PC2X		12:57	16:00	546228	9591072	71		
		R4_PC2X		13:29	16:00	546192	9591032	73		
Cope Sur 5X	4	R1_PCS5X	12/03/2020	9:07	16:00	541407	9591210	58	Bosque seco ralo de colinas	Redes ubicadas en el entorno de la plataforma Cope Sur 5X, en el borde de quebrada seca, bordeado por árboles con una altura promedio de 8 m, sotobosque abierto, con pendiente leve.
		R2_PCS5X		9:09	16:00	541410	9591194	57		
		R3_PCS5X		9:12	16:00	541419	9591180	57		
		R4_PCS5X		9:14	16:00	541430	9591162	57		

**Tabla 6.18.** Ubicación de las estaciones de muestreo para la evaluación de mamíferos menores no voladores (roedores)

Zona/Plataforma	Cantidad de trampas	Código de trampa	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
Piedra Candela 3X	25	LXXIII-Ro-1ini	549473	9591334	238	Bosque seco semidenso de colinas	A unos 20 m de carretera de ingreso hacia la plataforma Piedra candela 3X. Con vegetación de bosque seco semidenso de colinas.
		Ro-1-2	549487	9591318	219		-
		Ro-1-3	549471	9591294	218		-
		Ro-1-4	549460	9591262	213		-
		Ro-1-5	549472	9591244	206		-
		Ro-1-6	549483	9591227	206		-
		Ro-1-7	549502	9591208	206		-
		Ro-1-8	549517	9591192	206		-
		Ro-1-9	549530	9591174	158		-
		Ro-1-10	549557	9591155	162		-
		Ro-1-11	549570	9591132	166		-
		Ro-1-12	549574	9591110	171		-
		Ro-1-13	549575	9591080	174		-
		Ro-1-14	549575	9591052	180		-
		Ro-1-15	549601	9591031	174		-
		Ro-1-16	549634	9590969	184		-
		Ro-1-17	549618	9590948	187		-
		Ro-1-18	549619	9590916	185		-
		Ro-1-19	549662	9590915	192		-
		Ro-1-20	549672	9590909	193		-
		Ro-1-21	549697	9590876	190		-
		Ro-1-22	549712	9590841	192		-
		Ro-1-23	549721	9590838	194		-
		Ro-1-24	549740	9590826	192		-
		LXXIII-Ro-1fin	549775	9590763	237		A 200 m de distancia aproximadamente de plataforma Piedra Candela 3X y a 50 m de distancia de la vía de acceso, con vegetación de bosque seco semidenso de colinas.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de trampas	Código de trampa	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
Blanco-1	25	LXXIII-Ro-2ini	549168	9589307	259	Bosque seco semidenso de colinas	Línea de captura aperturada en bosque seco semidenso de colinas tomado como punto Blanco-1.
		Ro-2-2	549166	9589322	259		-
		Ro-2-3	549174	9589335	260		-
		Ro-2-4	549192	9589342	260		-
		Ro-2-5	549210	9589350	263		-
		Ro-2-6	549233	9589366	270		-
		Ro-2-7	549253	9589353	277		-
		Ro-2-8	549269	9589343	281		-
		Ro-2-9	549288	9589337	283		-
		Ro-2-10	549308	9589342	287		-
		Ro-2-11	549322	9589358	294		-
		Ro-2-12	549338	9589371	297		-
		Ro-2-13	549361	9589380	303		-
		Ro-2-14	549374	9589396	304		-
		Ro-2-15	549387	9589413	305		-
		Ro-2-16	549392	9589432	306		-
		Ro-2-17	549396	9589446	305		-
		Ro-2-18	549402	9589464	305		-
		Ro-2-19	549406	9589484	303		-
		Ro-2-20	549409	9589504	303		-
		Ro-2-21	549417	9589522	303		-
		Ro-2-22	549427	9589538	304		-
		Ro-2-23	549440	9589559	307		-
		Ro-2-24	549444	9589576	309		-
		LXXIII-Ro-2fin	549455	9589592	283		Línea de captura aperturada en bosque seco semidenso de colinas tomado como punto Blanco-1, última estación ubicada en la parte alta de la zona de evaluación.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de trampas	Código de trampa	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
Cardo 2X	25	LXXIII-Ro-3ini	545720	9591011	159	Bosque seco ralo de colinas	Línea de captura ubicada a unos 100 m de distancia de la plataforma Cardo 2X con vegetación de bosque seco ralo de colinas.
		Ro-3-2	545709	9590993	163		-
		Ro-3-3	545691	9590990	164		-
		Ro-3-4	545669	9590976	163		-
		Ro-3-5	545656	9590967	163		-
		Ro-3-6	545638	9590968	165		-
		Ro-3-7	545626	9590984	169		-
		Ro-3-8	545609	9590988	170		-
		Ro-3-9	545590	9590991	173		-
		Ro-3-10	545589	9591007	172		-
		Ro-3-11	545587	9591026	171		-
		Ro-3-12	545593	9591042	170		-
		Ro-3-13	545594	9591059	166		-
		Ro-3-14	545591	9591075	162		-
		Ro-3-15	545583	9591087	160		-
		Ro-3-16	545582	9591104	158		-
		Ro-3-17	545578	9591121	156		-
		Ro-3-18	545574	9591137	155		-
		Ro-3-19	545569	9591156	152		-
		Ro-3-20	545568	9591180	148		-
		Ro-3-21	545569	9591200	149		-
		Ro-3-22	545589	9591210	152		-
		Ro-3-23	545610	9591224	153		-
		Ro-3-24	545625	9591238	156		-
		LXXIII-Ro-3fin	545652	9591245	160		Estación final de línea de captura de roedores a unos 300 m de distancia aproximada de la parte central de la plataforma Cardo 2X en dirección noroeste en bosque seco ralo de colinas.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de trampas	Código de trampa	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
Cope Sur 1X	25	LXXIII-Ro-4ini	540866	9590648	123	Bosque seco muy ralo de colinas	A unos 35 m aproximadamente de la vía de acceso hacia la plataforma Cope Sur 5X tomado como referencia, establecida en bosque seco muy ralo de colinas.
		Ro-4-2	540855	9590640	115		-
		Ro-4-3	540841	9590622	114		-
		Ro-4-4	540828	9590611	114		-
		Ro-4-5	540808	9590600	115		-
		Ro-4-6	540796	9590583	114		-
		Ro-4-7	540777	9590569	115		-
		Ro-4-8	540772	9590548	111		-
		Ro-4-9	540753	9590520	111		-
		Ro-4-10	540737	9590496	120		-
		Ro-4-11	540708	9590491	124		-
		Ro-4-12	540690	9590483	125		-
		Ro-4-13	540670	9590471	122		-
		Ro-4-14	540644	9590462	119		-
		Ro-4-15	540628	9590441	117		-
		Ro-4-16	540605	9590421	116		-
		Ro-4-17	540593	9590398	115		-
		Ro-4-18	540575	9590384	116		-
		Ro-4-19	540560	9590364	114		-
		Ro-4-20	540535	9590359	115		-
		Ro-4-21	540501	9590370	111		-
		Ro-4-22	540473	9590381	112		-
		Ro-4-23	540447	9590386	110		-
		Ro-4-24	540424	9590393	110		-
		LXXIII-Ro-4fin	540392	9590384	110		Estación final de captura ubicada a unos 20 m aproximadamente de la plataforma Cope Sur 1X en dirección suroeste en bosque seco muy ralo de colinas.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de trampas	Código de trampa	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
Cope Sur 5X		LXXIII-Ro-5ini	541375	9591155	96	Bosque seco ralo de colinas	Línea de captura ubicada a unos 100 m de distancia desde plataforma Cope Sur 5X, con vegetación de bosque seco ralo de colinas.
		Ro-5-2	541378	9591170	97		-
		Ro-5-3	541395	9591192	96		-
		Ro-5-4	541401	9591209	96		-
		Ro-5-5	541405	9591233	96		-
		Ro-5-6	541427	9591229	95		-
		Ro-5-7	541446	9591254	99		-
		Ro-5-8	541448	9591269	101		-
		Ro-5-9	541460	9591294	102		-
		Ro-5-10	541472	9591316	104		-
		Ro-5-11	541491	9591328	105		-
		Ro-5-12	541509	9591342	107		-
		Ro-5-13	541492	9591353	113		-
		Ro-5-14	541467	9591359	118		-
		Ro-5-15	541471	9591381	118		-
		Ro-5-16	541441	9591381	115		-
		Ro-5-17	541422	9591360	119		-
		Ro-5-18	541397	9591358	117		-
		Ro-5-19	541366	9591345	108		-
		Ro-5-20	541352	9591330	99		-
		Ro-5-21	541331	9591326	104		-
		Ro-5-22	541310	9591323	107		-
		Ro-5-23	541288	9591336	116		-
		Ro-5-24	541284	9591359	121		-
			LXXIII-Ro-5fin	541275	9591391		121

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de trampas	Código de trampa	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s. n. m.)	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
Caracol 1X	25	LXXIII-Ro-6ini	539417	9589062	60	Bosque seco muy ralo de colinas	Línea de captura de roedores establecida a unos 50 m aproximadamente desde la plataforma Caracol 1X, con vegetación de bosque seco muy ralo de colinas.
		Ro-6-2	539408	9589049	61		-
		Ro-6-3	539393	9589039	60		-
		Ro-6-4	539376	9589038	60		-
		Ro-6-5	539361	9589022	61		-
		Ro-6-6	539364	9589002	62		-
		Ro-6-7	539374	9588974	63		-
		Ro-6-8	539392	9588956	64		-
		Ro-6-9	539394	9588935	65		-
		Ro-6-10	539386	9588918	65		-
		Ro-6-11	539368	9588922	65		-
		Ro-6-12	539364	9588945	65		-
		Ro-6-13	539351	9588961	65		-
		Ro-6-14	539331	9588975	64		-
		Ro-6-15	539311	9588966	63		-
		Ro-6-16	539305	9588951	63		-
		Ro-6-17	539293	9588932	64		-
		Ro-6-18	539277	9588910	64		-
		Ro-6-19	539253	9588917	63		-
		Ro-6-20	539233	9588916	63		-
		Ro-6-21	539215	9588916	64		-
		Ro-6-22	539196	9588922	64		-
		Ro-6-23	539176	9588930	63		-
		Ro-6-24	539165	9588951	62		-
		LXXIII-Ro-6fin	539162	9588970	60		A unos 150 m aproximadamente de la plataforma Caracol 1X en dirección suroeste, establecida en bosque seco muy ralo de colinas.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud**Tabla 6.19.** Ubicación de las redes niebla para la evaluación de mamíferos menores voladores (murciélagos)

Zona/Plataforma	Cantidad de redes niebla	Código de redes niebla	Coordenada inicial UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud inicial (m s. n. m)	Coordenada final UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud final (m s. n. m)	Formación vegetal	Descripción	
			Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)				
Piedra Candela 3X	8	LXXIII-Mu1	549564	9591378	99	549556	9591386	97	Bosque seco semidenso de colinas	Redes ubicadas a 10 m de distancia aproximada de plataforma Piedra Candela 3X en vía de acceso, con vegetación de bosque seco semidenso de colinas.	
			549592	9591418	95	549584	9591428	93		Redes ubicadas a 20 m de distancia aproximada de plataforma Piedra Candela 3X en área con características de suelo hidromórfico con vegetación dispersa en bosque seco semidenso de colinas.	
		LXXIII-Mu2	549505	9591521	93	549497	9591518	97		Redes ubicadas a 100 m aproximadamente de plataforma Piedra Candela 3X y a 25 m de distancia aproximada de la vía de acceso, en bosque seco semidenso de colinas.	
			549502	9591522	101	549501	9591532	102			
			549493	9591533	108	549504	9591538	110			
		LXXIII-Mu3	549497	9591537	114	549495	9591546	117		153	155
			549530	9591577	151	549539	9591578	153		155	
		Blanco-1	8	LXXIII-Mu4	549187	9589440	268	549198		9589440	267
549191	9589421				268	549184	9589424	268			
549214	9589435				270	549203	9589435	270			
LXXIII-Mu5	549015			9589460	245	549009	9589456	245	Redes de captura dispuestos en la parte alta del punto Blanco-1 en bosque seco semidenso de colinas de vegetación densa.		
	549017			9589425	247	549024	9589417	247			
	549063			9589406	246	549066	9589397	246			
	549092			9589384	247	549100	9589393	247			
	549118			9589358	248	549122	9589345	249			
Cardo 2X	8	LXXIII-Mu6	545851	9591266	153	545852	9591254	152	Bosque seco ralo de colinas	Redes ubicadas a unos 200 m de distancia aproximadamente de la parte central de la plataforma Cardo 2X, con vegetación de bosque seco ralo de colinas en la parte norte.	
			545898	9591212	156	545899	9591202	157			
		LXXIII-Mu7	546080	9591148	179	546087	9591143	178		Redes ubicadas a unos 250 m de distancia aproximadamente de la parte central de la plataforma Cardo 2X, con vegetación de bosque seco ralo de colinas en la parte noreste.	
			546081	9591121	177	546072	9591127	177			
			546113	9591120	177	546108	9591125	177			
			546165	9591066	176	546164	9591057	176			
			546228	9591072	175	546235	9591064	175			
			546192	9591032	177	546203	9591037	178			

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de redes niebla	Código de redes niebla	Coordenada inicial UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud inicial (m s. n. m)	Coordenada final UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud final (m s. n. m)	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)			
Cope Sur 1X	8	LXXIII-Mu8	540640	9590854	291	540652	9590857	288	Bosque seco muy ralo de colinas	Redes ubicadas a unos 200 m aproximadamente de la plataforma Cope Sur 1X en la parte alta en dirección norte con vegetación de bosque seco muy ralo de colinas.
			540658	9590895	113	540666	9590903	110		Redes ubicadas a una distancia aproximada de 250 m en las zonas altas de la plataforma Cope Sur 1X con vegetación de bosque seco muy ralo de colinas en dirección norte.
		LXXIII-Mu9	540584	9590920	128	540590	9590913	126		Redes ubicadas a una distancia aproximada de 320 m de la plataforma en Cope Sur 1X con vegetación de bosque seco muy ralo de colinas en dirección norte.
			540618	9590906	119	540618	9590916	117		
			540630	9590931	114	540638	9590925	114		
		LXXIII-Mu10	540673	9590966	108	540672	9590978	107		
			540672	9590991	107	540682	9590999	107		
			540685	9591010	108	540693	9591019	108		
Caracol 1X	8	LXXIII-Mu11	539273	9588995	64	539262	9588999	64	Bosque seco muy ralo de colinas	Redes ubicadas en bosque seco muy ralo de colinas en dirección sureste de la plataforma. Caracol 1X.
			539241	9588973	64	539232	9588980	64		Redes de captura ubicadas a unos 100 m de distancia aproximadamente de la plataforma Caracol 1X en dirección sureste, con vegetación de bosque seco muy ralo de colinas.
		LXXIII-Mu12	539285	9588959	66	539284	9588948	66		Redes instaladas a unos 150 m de distancia aproximadamente de la plataforma Cope Sur 5X en dirección sureste, con vegetación de bosque seco muy ralo de colinas.
			539291	9588972	66	539302	9588969	66		
			539336	9588987	66	539324	9588990	66		
		LXXIII-Mu13	539324	9588990	66	539313	9588994	66		
			539373	9588909	60	539367	9588917	60		
			539376	9588922	70	539373	9588932	69		
Cope Sur 5X	6	LXXIII-Mu14	541411	9591208	124	541412	9591197	123	Bosque seco ralo de colinas	Redes ubicadas a una distancia de 50 m en partes altas de la zona de la plataforma Cope Sur 5X en bosque seco muy ralo de colinas, usada también para captura de aves.
			541408	9591194	123	541422	9591194	123		
			541412	9591193	121	541414	9591181	121		
			541415	9591180	120	541424	9591169	120		
			541424	9591168	120	541433	9591159	119		
			541430	9591154	120	541438	9591163	119		

**Tabla 6.20.** Ubicación de las cámaras trampa para la evaluación de mamíferos mayores

Zona/Plataforma	Cantidad de cámaras trampa	Código de cámara trampa	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
Piedra Candela 3X	5	LXXIII-01	549275	9591615	141	Bosque seco semidenso de colinas	Cámara instalada en parte alta de la zona de estudio a una distancia de 600 m de plataforma Piedra Candela 3X en bosque seco semidenso de colinas con dirección noroeste.
		LXXIII-02	549442	9591179	433		Cámara instalada aproximadamente a 1 km de distancia de la plataforma Piedra Candela 3X, con vegetación dispersa arbustiva en sotobosque, y árboles de 12 m de alto en promedio, a una altura media de 1,5 m del suelo, dirigida hacia un posible sendero de animales silvestres.
		LXXIII-03	549482	9591641	202		Cámara instalada a unos 150 m de plataforma central de Piedra Candela 3X con vegetación de bosque seco semidenso de colinas y a 50 m de vía de acceso.
		LXXIII-04	549643	9591754	205		Cámara instalada aproximadamente a unos 300 m de la plataforma Piedra Candela 3X, en un sector donde el sotobosque es denso con arbustos en bosque seco semidenso de colinas.
		LXXIII-05	549356	9591510	415		Cámara instalada a 500 m de la plataforma Piedra Candela 3X, en bosque de suelo areno-pedregoso y con sotobosque denso provisto de arbustos de 15 m de altura aproximadamente.
Blanco-1	5	LXXIII-06	549232	9589243	262	Bosque seco semidenso de colinas	Cámara instalada en el punto Blanco-1 ubicada en el margen izquierdo de quebrada, adherida a un árbol de mediano fuste a 1 m del suelo, dirigida a un claro, que forma la cobertura de los árboles.
		LXXIII-07	549410	9589224	283		Cámara instalada en bosque seco semidenso de colinas en la zona de pendiente alta del punto Blanco-1 y dirigida hacia un sendero antiguo de animales silvestres.
		LXXIII-08	549232	9589441	276		Cámara instalada en la zona alta del punto Blanco-1 de suelo arcillo-pedregoso cuyo sotobosque es ralo con árboles emergentes de una altura aproximada de 10 m.
		LXXIII-09	549504	9589584	291		Cámara instalada en punto Blanco-1, en una pequeña depresión rodeada de árboles de mediano fuste con suelo arenoso-pedregoso de color rojizo en sotobosque disperso formado de árboles de 15 m de alto aproximadamente y dirigida hacia un posible sendero de mamíferos silvestres.
		LXXIII-10	549385	9589390	312		Cámara instalada en la cima de un cerro, suelo arenoso, sotobosque denso con abundancia abundantes de medianas plántulas medianas de hojas jóvenes, dosel aproximado de 8 m de alto, arboles con hojas jóvenes, cámara instalada a 60 cm del suelo y dirigido a un claro del bosque. Blanco-1.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de cámaras trampa	Código de cámara trampa	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
Cardo 2X	5	LXXIII-11	546040	9591207	157	Bosque seco ralo de colinas	Cámara instalada a 100 m de la plataforma Cardo 2X, ubicado en la margen izquierda de la quebrada en un parche de bosque dominado por algarrobo, suelo arenoso, sotobosque claro, dosel aproximado de 18 m, suelo arenoso y mucha actividad de ganado doméstico.
		LXXIII-12	545804	9591355	149		Cámara instalada a 385 m de la plataforma Cardo 2X, en un parche de bosque dominado por algarrobo, sotobosque claro, dosel aproximado de 12 m de alto, adherida a un algarrobo de mediano fuste.
		LXXIII-13	545667	9590953	172		Cámara instalada a 187 m de la plataforma Cardo 2X, en un parche de bosque, donde el sotobosque es claro y presenta algunos arbustos sin flores, dosel aproximado de 15 m de alto. La cámara fue instalada a 1 m de altura dirigido en dirección a un claro natural.
		LXXIII-14	545761	9590855	174		Cámara instalada a 150 m de la plataforma Cardo 2X en el cauce de una quebrada de aproximadamente 3 m de ancho, de lecho arenoso rojizo, sotobosque claro, dosel aproximado de 18 m de alto.
		LXXIII-15	546182	9590953	161		Cámara instalada a 150 m de la plataforma Cardo 2X en un parche de bosque al margen derecho de la quebrada, en un parche de bosque donde se observan algarrobos, overal con flores y algunos cactus. Cámara instalada a 50 cm del suelo dirigido en dirección hacia un claro natural.
Cope Sur 1X	5	LXXIII-16	540680	9590967	95	Bosque seco muy ralo de colinas	Cámara instalada en la cima de un cerro donde la vegetación es rala, árboles de delgado fuste con hojas jóvenes en plataforma Cope Sur 1X. La cámara fue dirigida instalada en dirección hacia a un claro natural, ubicado 60 cm del suelo, se observa actividad de fauna doméstica.
		LXXIII-17	540535	9590949	93		Cámara instalada en el cauce de una pequeña quebrada de aproximadamente 3 m de ancho, de lecho arenoso en Cope Sur 1X. Con vegetación predominante de algarrobos. La cámara fue instalada a 50 cm del suelo en dirección al cauce de la quebrada. Particularmente, se observó heces de zorro (<i>Lycalopex sechurae</i>).
		LXXIII-18	540444	9590649	121		Cámara instalada en el cauce de una quebrada pequeña de aproximadamente 2 m de ancho Cope Sur 1X. Con vegetación predominante de algarrobos de hojas jóvenes. La cámara fue instalada en dirección al cauce de la quebrada donde se observó heces de zorro (<i>Lycalopex sechurae</i>).
		LXXIII-19	540985	9590659	110		Cámara instalada en la margen izquierda de la quebrada de la plataforma Cope Sur 1X en un parche de bosque seco de árboles caducifolios y arbustos de algarrobo.
		LXXIII-20	540814	9590539	108		Cámara instalada en alrededores de la plataforma Cope Sur 1X en el cauce de una quebrada donde la vegetación es rala a 60 cm del suelo y adherida a un árbol denominado comúnmente como «palo santo».

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de cámaras trampa	Código de cámara trampa	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
Blanco-2	5	LXXIII-21	539889	9590536	100	Bosque seco semidenso de colinas	Cámara instalada en punto Blanco-2 en la cima de pendiente con vegetación rala de fuste delgado, dirigida a un claro donde se observan rastros de animales domésticos.
		LXXIII-22	539656	9590246	102		Cámara instalada en punto Blanco-2 en parte alta de colina de suelo arcilloso con presencia de arbustos dispersos.
		LXXIII-23	539562	9590139	132		Cámara instalada en punto Blanco-2 a unos 70 cm de altura adherido a árbol de algarrobo caducifolio.
		LXXIII-24	539268	9590156	140		Cámara instalada en punto Blanco-2 en parte alta de colina con vegetación dispersa cubierta por arbustos pequeños tipo matorral.
		LXXIII-25	539532	9589863	125		Cámara instalada en punto Blanco-2, al borde de la carretera que da acceso a la plataforma Cope 5X, en un parche de bosque, donde los arbolitos de delgado fuste se encuentran dispersos en el área, todos los arbolitos presentan hojas jóvenes. Cámara dirigida a un claro natural con rastros de fauna doméstica.
Cope Sur 5X	5	LXXIII-26	541444	9591140	109	Bosque seco ralo de colinas	Cámara instalada en inmediaciones de plataforma Cope Sur 5X en cauce de quebrada adherido a un árbol de delgado fuste, dirigida hacia el mismo cauce.
		LXXIII-27	541416	9591340	127		Cámara instalada a una distancia aproximada de 230 m de la plataforma Cope Sur 5X, dirigida a un camino antiguo de animales silvestres.
		LXXIII-28	541150	9591134	100		Cámara instalada en inmediaciones de plataforma Cope Sur 5X con vegetación formada de árboles de mediano fuste con altura promedio de 15 m, adherido a un algarrobo a una altura de 70 cm del suelo.
		LXXIII-29	540869	9591195	89		Cámara instalada en inmediaciones de plataforma Cope Sur 5X en margen derecha de quebrada, con vegetación conformada por árboles de mediano fuste como algarrobos.
		LXXIII-30	540920	9590914	94		Cámara instalada en inmediaciones de plataforma Cope Sur 5X en margen izquierda de quebrada, con vegetación conformada por árboles de mediano fuste de 15 m de alto aproximadamente.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Zona/Plataforma	Cantidad de cámaras trampa	Código de cámara trampa	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17M		Altitud (m s.n.m.)	Formación vegetal	Descripción
			Este (m)	Norte (m)			
Caracol 1X	5	LXXIII-31	539555	9588741	141	Bosque seco muy ralo de colinas	Cámara instalada en la cima de un cerro a 430 m de distancia de la plataforma Caracol 1X, con vegetación rala y dispersa conformada por árboles de mediano fuste.
		LXXIII-32	539649	9588884	98		Cámara instalada a una distancia aproximada de 420 m de la plataforma Caracol 1X, en una pequeña depresión rodeada de dos cerros, con vegetación relativamente densa conformada por algarrobos y palo santo.
		LXXIII-33	539439	9589217	77		Cámara instalada a 180 m de distancia aproximada de la plataforma Caracol 1X en base de pendiente de colina con vegetación dispersa formada de arbustos de fuste delgado asociado a matorrales.
		LXXIII-34	539270	9589375	92		Cámara instalada a una distancia aproximada de 300 m de la plataforma Caracol 1X en la cima de una colina mediana con vegetación escasa de arbustos de mediano fuste de suelo arcilloso de color rojizo.
		LXXIII-35	539156	9588954	58		Cámara instalada a 150 m de la plataforma Caracol 1X en margen izquierda de quebrada de cauce arenoso con vegetación conformada con árboles de mediano fuste con dominancia de arbustos de algarrobo.
Caracol 4X	3	LXXIII-36	537884	9588787	45	Bosque seco ralo de colinas	Cámara instalada a unos 340 m de distancia aproximada de la plataforma Caracol 4X y a unos 200 m aproximada de la carretera de acceso a la plataforma Caracol 1X, en zona de bosque con arbustos de algarrobo. La vegetación presente es densa con abundancia de plántulas y hierbas y dirigida hacia un posible sendero de animales silvestres.
		LXXIII-37	537864	9588596	47		Cámara instalada a unos 200 m de distancia aproximada de la plataforma Caracol 4X, en zona de bosque con cobertura dominada por árboles de algarrobo y dirigida a un sendero antiguo de fauna silvestre.
		LXXIII-38	537982	9588985	52		Cámara instalada a unos 500 m de distancia aproximadamente de la plataforma Caracol 4X, en zona de bosque de arbustos de fuste delgado y dirigida a posible sendero de mamíferos silvestres.



6.4.3. Método de análisis

6.4.3.1. Anfibios y reptiles

6.4.3.1.1. Metodología

Las metodologías utilizadas para la evaluación de la comunidad de anfibios y reptiles fueron las búsquedas por encuentro visual (VES) o «*Visual encounters survey*» (Crump y Scott, 2001) y registros oportunistas (Manzanilla y Péfaur, 2000).

- **Búsqueda por encuentro visual o «*Visual encounters 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 (30 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 del siguiente VES. 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 respectivas coordenadas geográficas UTM (*Universal Transverse Mercator*; marcator transversal universal) y elevación con respecto al nivel del mar. Para cada individuo, se registró la hora de avistamiento, edad (juvenil/adulto), sexo, actividad (a) termorregulado, (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).

- **Registros oportunos**

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 anfibios y reptiles en el área de evaluación (Manzanilla y Péfaur, 2000); sin embargo y a pesar que frecuentemente producen valiosos registros por localidad, su aporte no debe ser considerado para los índices de diversidad (Manzanilla y Péfaur, 2000).

6.4.3.1.2. Determinación taxonómica

Para la determinación taxonómica de las especies de anfibios y reptiles registrados o colectados durante la evaluación, se utilizaron claves taxonómicas especializadas (Carrillo y Icochea, 1995; Peters y Donoso-Barros, 1970; Peters y Orejas-Miranda, 1970; Rodríguez *et al.*, 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).

6.4.3.2. Aves

6.4.3.2.1. Metodología

Para la evaluación de aves se utilizaron las metodologías de censos por búsqueda intensiva, listas fijas, redes niebla y técnicas de fotografía (Minam, 2015). A continuación, se detallan cada una de ellas:



- **Censos por búsqueda intensiva (BI)**

Para la evaluación cuantitativa de las aves se utilizó el método de búsquedas intensivas (Ralph *et al.*, 1996, Bibby *et al.*, 1993, Franke *et al.*, 2014). Este método consistió en recorrer el área estudiada en busca de aves siguiendo una ruta libre a criterio del evaluador. Las búsquedas tuvieron una duración de 10 minutos y el área de búsqueda fue variable, dependiendo del tamaño de los hábitats, teniendo un límite de detección de 80 m de radio. En cada búsqueda se registró a las especies mediante escaneos visuales y auditivos, anotando el número de individuos por especie y algunas observaciones ecológicas (hábitat y registros reproductivos).

Las búsquedas intensivas se realizaron a lo largo de las formaciones vegetales registradas en torno a las plataformas Cope Sur 1X y 5X, Cardo 2X, Piedra Candela 3X y Blanco-1. La evaluación se inició en horas de la mañana (7:00 am a 12:00 pm) y en horas de la tarde (2:00 pm a 4:00 pm). Para cada búsqueda de aves se tomaron los siguientes datos: fecha, hora de inicio, hora final y coordenadas geográficas UTM.

- **Listas fijas**

Para la evaluación cualitativa de las aves se utilizó el método de listas fijas o listas de Mackinnon. Este método consiste en recorrer el área de estudio siguiendo una ruta libre a criterio del evaluador en búsqueda de aves.

En estas listas se anotan a todas las especies de aves observadas y escuchadas sin tomar en cuenta el número de individuos, pero teniendo un orden y respetando el número establecido de especies por lista; una vez completada una lista, se inicia la siguiente que puede contener especies de la lista anterior. Para esta evaluación, debido a que la zona de corresponde a un bosque seco ecuatorial se realizaron listas de 5 especies (Franke *et al.*, 2014). La unidad muestral fue la lista.

Las especies más comunes y de más amplia distribución dentro de un área fueron registradas en un mayor número de listas, lo que puede ser expresado en proporción de incidencia en las listas (Mackinnon y Phillips, 1993).

- **Redes niebla**

Para complementar la evaluación de aves en el área de estudio se realizaron capturas vivas de especies con redes niebla. Se utilizaron un total de 10 redes de niebla (12 m x 2,8 m, malla de 36 mm), las cuales fueron colocadas en lugares donde se observaron una gran diversidad de aves como, por ejemplo; transiciones de bosques, bordes de lagunas, matorrales, laderas, o ecotonos.

Las redes permanecieron abiertas desde las 6:00 am hasta las 5:00 pm, siendo revisadas en un primer momento cada 30 minutos, este tiempo varió de acuerdo con el número de capturas (Ralph *et al.*, 1996).

Las aves capturadas fueron identificadas, fotografiadas y liberadas en el más corto plazo posible. La información que se registró antes de la liberación de la especie consistió en; anotar el nombre de la especie, código de la red, hábitat, peso, presencia del parche de incubación, muda, sexo (en especies con dimorfismo sexual) y condición general. (Franke *et al.*, 2014).



6.4.3.2.2. Determinación taxonómica

Para la determinación de las especies de aves registradas se utilizó el libro de aves de Perú (Schulenberg *et al.*, 2010). Asimismo, para el listado de las aves se siguió la clasificación taxonómica de la lista de aves de Perú (Plenge, 2020) la cual sigue los lineamientos del Comité de Clasificación Sudamericana (SACC).

6.4.3.3. Mamíferos

6.4.3.3.1. Metodología de análisis

Para la evaluación de mamíferos se utilizaron las metodologías de captura viva con trampas Sherman, cámaras trampa y redes niebla (Minam, 2015). A continuación, se detallan cada una de ellas:

- **Mamíferos mayores - Cámaras trampa**

Las cámaras trampa son herramientas útiles para el muestreo y monitoreo de poblaciones de especies de carácter críptico o raras, debido a que permiten ampliar nuestras 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 las especies, que de otra manera sería más difícil de obtener si se utilizaran métodos tradicionales. (Chávez *et al.*, 2013). Actualmente esta metodología es utilizada para realizar inventarios, detectar presencia o ausencia de animales, estimar la diversidad, abundancia y densidad en diferentes paisajes (Díaz-Pulido y Payán Garrido, 2012).

- **Mamíferos menores voladores - Redes niebla**

Para la evaluación de mamíferos menores voladores (murciélagos) se utilizaron 8 redes niebla de 12 m de largo por 2,5 m de alto por cada zona de estudio, las cuales se colocaron en sitios estratégicos o de mayor tránsito, como quebradas y bancos de ríos, posibles refugios y lugares de toma de alimentos (Simmons y Voss, 1998, Simmons *et al.*, 2000).

- **Mamíferos menores no voladores – Captura viva con trampas Sherman**

Para la evaluación de mamíferos menores no voladores se emplearon métodos de captura consistentes en el uso de trampas de captura viva, dispuestas a lo largo de transectos, utilizando estaciones de captura conformadas por un par de trampas tipo Sherman. Se emplea esta variedad de trampas porque diferentes especies de animales reaccionan de modo diferente a cada tipo de trampa (Voss y Emmons, 1996).

Se estableció 1 transecto o línea de captura con 25 estaciones en total, separadas 10 metros entre sí; y cada estación conteniendo 2 trampas colocadas a nivel del suelo y algunas en lo alto de las ramas de la vegetación presente para facilitar la captura. Estas trampas fueron cebadas con una mezcla de mantequilla de maní, avena, vainilla, pasas, miel y diferentes tipos de semillas. Las trampas permanecieron activas 2 noches por cada unidad de muestreo, siendo revisadas durante las primeras horas de la mañana y recebadas diariamente. El esfuerzo de captura realizado es el resultado del número de trampas utilizadas por el tiempo durante el cual dichas trampas fueron monitoreadas, y se expresa como «trampas noche» (Jones *et al.*, 1996).



6.4.3.3.2. Determinación taxonómica

Para la determinación de las especies de mamíferos silvestres (mayores, menores voladores y menores no voladores) se utilizó la información taxonómica de forma referencial indicada por Eisenberg y Redford (1999), Díaz *et al.*, (2011), Díaz *et al.*, (2016), Tirira (2007), Emmons y Feer 1997 y Pacheco *et al.*, (2009). La riqueza y abundancia de especies fue analizada para cada subcomponente evaluado.

6.4.4. Equipos utilizados

El detalle de los equipos y otros materiales utilizados para la evaluación de la anfibios y reptiles, aves y mamíferos como también de flora silvestre en el área de evaluación, se presentan a detalle en el Anexo 5 (Reporte de campo N.º 023-2020-STEC).

6.4.5. Procesamiento de datos

Todos los resultados obtenidos de la evaluación de flora y fauna silvestre fueron ordenados y digitalizados en una base de datos (hojas de cálculo) por especialidad (flora, aves, mamíferos, anfibios y reptiles). Cada base de datos fue utilizada tanto para el análisis de los diferentes parámetros como para la elaboración de gráficos obtenidos de los diferentes softwares utilizados.

6.4.6. Parámetros

Los parámetros tomados en cuentas en la evaluación de flora y fauna silvestre (aves, 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 elaboraron curvas de acumulación de especies y análisis multivariados para determinar la eficacia del inventario de especies (Tabla 6.21).

Tabla 6.21. Parámetros analizados en la evaluación de la flora y fauna silvestre

Parámetros	Flora Silvestre	Fauna silvestre		
		Anfibios y reptiles	Aves	Mamíferos
Riqueza de especies	x	x	x	x
Abundancia de especies	x	x	x	x
Biomasa y Captura de carbono	x	-	-	-
Índice de Valor de importancia (IVI)	x	-	-	-
Cobertura de área evaluada	x	-	-	-
Índice de ocurrencia	-	-	-	x
Índice de abundancia o actividad	-	-	-	x
Índice de diversidad alfa	Índice de Shannon-Wiener (H')	-	x	x
	Índice de Simpson (1-D)	-	x	x
	Índice de equidad de Pielou (J)	-	x	-
	Números de Hill	-	-	x
Índices de diversidad beta	Índice alfa de Fisher	x	-	-
	Índice de Morisita	-	x	-
	Índice de Jaccard	-	-	x
Análisis multivariados	x	-	x	-
Curva de acumulación de especies	-	x	x	x



6.4.6.1. Composición y estructura arbórea

a) Composición arbórea

La caracterización de las 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.

Los índices de diversidad 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 señala Moreno (2001). En ese sentido, la riqueza absoluta de especies arbóreas fue calculada cuantificando el número de especies y morfoespecies por parcela, mientras que 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 5 zonas evaluadas.

La diversidad arbórea en las parcelas fue determinada utilizando el índice de diversidad Alfa Fisher (Fisher, *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:

$$S = \alpha \log_e [1 + (N/\alpha)] \quad (6.9)$$

Donde:

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

b) 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 tropicales³⁵, basada en todos los datos alométricos pantropicales disponibles para bosques húmedos de tierras bajas, según (Chave *et al.*, 2014):

$$\text{Biomasa (Kg)} = 0,0673 * (\rho * ((d^2) * H)^{0,976} \quad (6.10)$$

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 de cada especie fue obtenida de la base de datos de disponible en la web (Zanne *et al.*, 2009 y Chave *et al.*, 2009); sin

³⁵ Alométricas, refiere al termino alometria el cual se refiere a los cambios de dimensión relativa de las partes corporales correlacionadas con los cambios en el tamaño total.



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 (1997) y IPCC (2007), haciendo uso de los datos obtenidos de biomasa (50 % de la biomasa obtenida), de la siguiente forma:

$$\text{Captura de carbono} = \text{Biomasa} \times 0,5 \quad (6.11)$$

c) 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 (Fredericksen y Mostacedo, 2000). El cálculo de este índice se realizó sobre la base de la determinación de 3 parámetros principales: dominancia (área basal), densidad y frecuencia, del siguiente modo:

Dominancia Relativa (Do. R.)

$$\text{Do. R.} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100 \quad (6.12)$$

Densidad Relativa (De. R.)

$$\text{De. R.} = \frac{\text{Nº de individuos por especie}}{\text{Nº total de individuos}} \times 100 \quad (6.13)$$

Frecuencia Relativa (Fr. R.)

$$\text{Fr. R.} = \frac{\text{Nº de sub parcelas en que está la especie}}{\Sigma \text{ de las frecuencias de todas las especies}} \times 100 \quad (6.14)$$

Finalmente, el índice de valor de importancia (IVI) se calculó mediante la suma de esos 3 parámetros, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{IVI} = \text{Do. R.} + \text{De. R.} + \text{Fr. R.} \quad (6.15)$$

Donde:

IVI: Índice de valor de importancia
Do. R: Dominancia relativa
De. R: Densidad relativa
Fr. R: Frecuencia relativa

6.4.6.2. Composición, riqueza y abundancia

a) 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 estas (Moreno, 2001).

**b) 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 utilizó 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 (aves, mamíferos, anfibios y reptiles).

c) Índice de Boddicker

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

- **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 concluye que la especie está presente en la zona evaluada. Los valores para cada uno de estos registros están contenidos en la Tabla 6.22.

- **Índice de abundancia (IA)**

Considerando que la aplicación del índice de abundancia es el más apropiado cuando no es posible una gran cobertura en un tiempo relativamente corto, se usó este con 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; no se aplicó 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.

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 6.22).

Tabla 6.22. Puntaje de abundancia para diferentes tipos de evidencias según Boddicker

Tipo de evidencia	Puntaje de abundancia
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

Fuente: Boddicker *et al.* (2002)



Para la estimación de riqueza y abundancia de especies de mamíferos por cámaras trampa, se tiene lo siguiente:

d) Recolección de datos fotográficos y análisis de información de 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 (lo que se calcula usando el número de apariciones multiplicado por 1000/esfuerzo de muestreo). 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).

El número de apariciones son eventos independientes y se calculó tomando solo la aparición de la especie en la misma estación en un período 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).

e) 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 esta evaluación se utilizó este modelo debido a lo extenso del área evaluada, lo cual permite que exista una mayor probabilidad de agregar nuevas especies al estudio (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Su fórmula es:

$$S_n = a \times n / (1 + b \times n) \quad (6.16)$$

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.

- **Modelo de exponencial negativo**

Para la evaluación de anfibios y reptiles se utilizó este modelo, debido a la reducida extensión del área evaluada y la presencia de especies conocidas durante las evaluaciones, las cuales tienen altas probabilidades de ser registradas (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Su fórmula es:



$$S_n = (a[1 - \exp(-b \times n)])/b \quad (6.17)$$

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.

f) Curvas Rango Abundancia

Para determinar cambios en la estructura de la composición de especies se crearon curvas rango-abundancia de Whittaker (1975). Estas curvas permiten analizar la composición de especies de una localidad y comparar sitios teniendo en cuenta aspectos biológicamente importantes (gremio trófico, especies invasoras, grupo funcional, entre otras). Con este método, para cada especie se calcula la proporción de individuos respecto al total de la muestra ($P_i = n_i/N$), las especies se ordenan en orden descendente teniendo en cuenta su abundancia; las más abundantes siempre se localizan al inicio de la curva, mientras que las raras al final. Para clasificar las especies en alguna categoría de abundancia se emplean intervalos de confianza al 95 %, obtenidos mediante técnica de remuestreo, clasificando como abundantes a las especies cuya abundancia se encuentra por encima del límite superior de ese intervalo, comunes a las que se encuentran dentro del intervalo, y escasas cuya abundancia se encuentra por debajo del límite inferior del intervalo.

g) Índices 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).

g.1) Diversidad alfa

- 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:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad (6.18)$$

Donde:

- H': Índice de diversidad de la muestra
- p_i: 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.



- **Índice de diversidad de Simpson**

Manifiesta la probabilidad de que 2 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:

$$D = 1 - \sum p_i^2 \quad (6.19)$$

Donde:

p_i : 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). Para el caso de anfibios y reptiles el índice de diversidad de Shannon-Wiener se presentan en las unidades bits/ind, mientras que para aves y mamíferos fueron en las unidades nits/ind. Los valores del índice de Simpson se presentan en las unidades probits/ind.

- **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:

$$J' = H' / \log_2(S) \quad (6.20)$$

Donde:

H' : Índice de diversidad de Shannon Wiener

$\log_2(S)$: Diversidad máxima (H'_{max}) que se obtendría si las distribuciones de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas

- **Número efectivo de especies o números de Hill**

Es una medida estandarizada de los índices de diversidad clásicos, los cuales tienen propiedades únicas para aplicaciones específicas. De manera que los índices netos de diversidad (Riqueza S , Shannon H' y Simpson $1 - \lambda$) pueden ser expresados en valores de una diversidad real o verdadera de una comunidad virtual en la que todas las especies tuvieran la misma abundancia relativa (Hill, 1973 y Jost, 2007).

Este índice de diversidad (qD) muestra una medida del número de especies efectivas cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa (Hill, 1973 y Jost, 2007). Valores diferentes del exponente « q » en cada cálculo da un peso diferencial a la abundancia relativa de especies (Jost *et al.*, 2011). EL valor de N_0 corresponde a la riqueza de especies, N_1 muestra el número de especies comunes y N_2 representa el número de las especies dominantes y más abundantes (Chao *et al.* 2014).



Se calcula a partir de la siguiente formula (Jost, 2006):

$$qD = \left(\sum_{i=1}^s p_i^q \right)^{\frac{1}{(1-q)}} \quad (6.21)$$

Donde:

qD: Diversidad verdadera

p_i : Abundancia de la especie i dividida entre la suma total de abundancias de las S especies que integran la comunidad

q : exponente de la diversidad

Estos análisis se realizaron para la evaluación de aves, y se llevaron a cabo mediante el uso del paquete estadístico *INext* 2.0.12 (Hsieh *et al.*, 2016) con un Bootstrap de 100 repeticiones y un intervalo de confianza del 95 %, en el programa R (R Core Team, 2018).

g.2) Diversidad beta

• Índice de Morisita

Este índice expresa cuan semejantes son 2 muestras en base a la abundancia proporcional de cada especie en dichas muestras (Magurran, 1988; Krebs, 1989 y Moreno, 2001). Este índice está definido por:

$$Morisita_{jk} = \frac{2 \sum_{i=1}^s (x_{ij} x_{ik})}{(\lambda_1 + \lambda_2) \sum_{i=1}^s x_{ij} \sum_{i=1}^s x_{ik}} \quad (6.22)$$

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

• Índice de Jaccard

El índice de Jaccard permite comparar el grado de similitud entre 2 muestras por las especies que estas presentan (Moreno, 2001), para lo cual utiliza datos cualitativos expresados en la siguiente formula:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c} \quad (6.23)$$

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

6.4.6.3. Análisis multivariado

El análisis multivariado (AM) es la parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resultan de observar más de una variable estadística sobre una muestra de individuos. Las variables observables son homogéneas y correlacionadas, sin que alguna predomine sobre las demás. La información estadística en el análisis multivariado es de carácter multidimensional, por lo tanto, la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes juegan un papel fundamental (Cuadras, 2014).



El análisis de correspondencia, un tipo de análisis multivariado es una técnica que nos permite representar las categorías de 2 o más variables cualitativas en un espacio de pequeñas dimensiones, donde se busca resumir la información aportada por las variables cuantitativas. Los resultados de este análisis son presentados gráficamente sobre ejes de coordenadas, lo cual aporta una gran ayuda a la interpretación de los resultados de similitud (De la Fuente, 2011).

En este sentido se realizó el análisis de correspondencia con los datos de las especies arbóreas registradas en las parcelas, haciendo uso del programa estadístico de libre acceso R (R Core Team, 2018). La finalidad de utilizar este estadístico es ordenar las parcelas en un plano espacial, donde se muestre su ubicación en las diferentes zonas y ecosistemas evaluados. De este modo, se podría diferenciar claramente la similitud entre parcelas, de acuerdo con la presencia, ausencia y abundancia de las especies, los cuales permitieron definir el tipo de ecosistema.

Adicionalmente, también usando el programa estadístico de libre acceso R (R Core Team, 2018), se realizó el análisis de similitud Bray Curtis (*cluster*). Este análisis multivariante no es más que la diferencia total en la abundancia de especies entre 2 sitios, dividido para la abundancia total en cada sitio.

Para visualizar la estructura de la comunidad de especies de aves, ponderadas por su abundancia en función del tipo de hábitat, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). Este análisis se llevó a cabo en base a la distancia de Bray Curtis con 1000 permutaciones; además, se realizó un análisis de permutaciones *PERMANOVA*, este análisis es semejante a un análisis de varianza, pero está basada en permutaciones calculadas mediante el algoritmo de Montecarlo, siendo recomendado para comunidades que no cumplen los supuestos de normalidad (Anderson *et al.*, 2008).

Posteriormente se calculó el porcentaje de disimilitud *SIMPER* (Análisis del porcentaje de similitud) para establecer cuáles fueron las especies que tienen mayor contribución en la diferenciación de las comunidades. Estos análisis se realizaron con el paquete *Vegan* (Oksanen *et al.*, 2017) en el programa R (R Core Team, 2018).

6.4.6.4. Análisis de redundancia (RDA)

El análisis de redundancia es una extensión directa de la regresión múltiple, ya que modela el efecto de una matriz explicativa X ($n \times p$) en una matriz de respuesta Y ($n \times m$). Esto se hace preformando una ordenación de Y para obtener ejes de ordenación que son combinaciones lineales de las variables en X . En RDA, los ejes de ordenación se calculan a partir de un PCA de una matriz Y_{fit} , calculado ajustando las variables Y a X mediante regresión lineal multivariante en el programa R (R Core Team, 2020). Se utilizó el análisis RDA, para relacionar las variables de la estructura del bosque con la diversidad de aves de cada zona, para de esta manera poder conocer el grado en que estas variables están relacionadas.

6.4.6.5. Especies Clave

Son aquellas que por sus características (sensibilidad a perturbación o contaminantes, distribución, abundancia, dispersión, éxito reproductivo, entre otras) pueden ser utilizadas como estimadoras de características, estatus de otras especies o condiciones ambientales de interés que resultan difíciles de medir directamente (Fleishman *et al.* 2001). Las especies indicadoras pueden ser clasificadas, según su uso, en aquellas que señalan cambios ambientales o indicadoras de salud ecológica, las que señalan cambios en las poblaciones, y las que señalan áreas de alta riqueza de especies o indicadoras de biodiversidad (Caro y O'Doherty, 1999).



La selección de las especies clave de aves en la evaluación temprana, se realizó en base a tres criterios los cuales han sido descritos por *Stotz et al.* (1996) basados en sus apreciaciones profesionales y de equipo, productos de su experiencia de campo, estos son: sensibilidad, abundancia y especificidad del hábitat.

- 1. Sensibilidad a la distribución:** Este parámetro es estimado cualitativamente según la velocidad de desaparición de las especies de hábitats disturbados para ello usa cuatro niveles: Alto, medio, bajo y desconocido.
- 2. Abundancia:** La abundancia general de la especie en todo su rango, es estimada cualitativamente en una escala de cinco niveles: Común, relativamente común, poco común, rara y de distribución localizada.
- 3. Especificación al hábitat:** *Stotz et al.* (1996) proporciona para las aves peruanas un listado de hábitats en las cuales se reproducen. Mientras menor sea el número de hábitats que una especie ocupa, mayor será su especialización.

6.4.6.6. Especies amenazadas y endémicas

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.º 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 (anfibios, reptiles, aves, y mamíferos) 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 Decreto Supremo N.º 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 fueron: 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 (2019) (Tabla 6.23).

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, 2020), «Amphibiaweb» (AmphibiaWeb, 2020) y la Lista Roja de especies amenazadas de la IUCN (2020).

Para aves, las especies endémicas y migratorias fueron determinadas según Schulenberg *et al.* (2010) y Plenge (2020) y la lista de especies incluidas en los apéndices de la *Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals* (CMS, 2015), del mismo modo para las especies endémicas de las *Endemic Birds Areas* (EBA) según Stattersfield *et al.* (1998) y de las regiones biogeográficas de endemismo (biomas) se



determinaron según Stotz *et al.* (1996). Las especies endémicas de mamíferos se determinaron utilizando la publicación de Pacheco *et al.*, (2009) sobre diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú.

Finalmente se realizó un registro fotográfico de todas las especies de flora y fauna silvestre observadas y los hábitats evaluados en cada zona, los cuales se presentan en el Anexo 7 (Reporte N.º RRE-009-2020-STEC).

Tabla 6.23. Categorías de conservación Nacional e internacional para Flora y Fauna Silvestre

Lista	Categoría	Descripción
Decreto Supremo N.º 043-2006 Decreto Supremo N.º 004-2014	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.
Decreto Supremo N.º 043-2006 Decreto Supremo N.º 004-2014	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 (2020)	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 es considerado 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.
	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 (2019)	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.



Lista	Categoría	Descripción
CITES (2019)	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.

7. RESULTADOS

En este ítem se presenta los resultados del laboratorio de agua de la quebrada Bocapán y los pozos artesanales del caserío de El Charán, los registros taxonómicos de las comunidades hidrobiológicas (perifiton y macroinvertebrados bentónicos) de la quebrada Bocapán. Dicha información fisicoquímica de agua fue comparada con sus respectivos ECA de los IGA aprobados y vigentes de BPZ y UPLAND, además de los análisis hidroquímicos.

Para complementar los puntos de agua, para las relaciones entre la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos e hidroquímicas, se consideraron 2 muestras de agua superficial del mar de Tumbes, aproximadamente a 11 kilómetros frente al litoral del distrito de Zorritos, evaluadas en enero de 2014³⁶. En el Anexo 6 (Reporte de resultados N.º RRE-008-2020-STEC) se encuentran los resultados de calidad de agua de todos los parámetros evaluados en el 2020 a detalle.

En relación con flora y fauna silvestre, se cuenta con resultados por cada parcela o área evaluada, y que fueron comparadas con su zona blanco e incluidas además en el análisis en un solo grupo mediante gráficos de barras y diversas técnicas estadísticas. Los resultados de estos componentes están en el Anexo 7 (Reporte de resultados N.º RRE-009-2020-STEC) y Anexo 8 (Reporte de resultados N.º REE-010-2020-STEC).

7.1. Objetivo específico 1: Determinar la calidad de agua en las quebradas y pozos artesanales entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela

Los parámetros de agua analizados en este ítem son aquellos que excedieron los ECA para Agua 2008 en la categoría 1, subcategoría A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (ECA para Agua Cat1A1), categoría 3: riego de vegetales de tallo alto y bajo y bebidas de animales, categoría 4: ríos de costa y sierra. Los ECA para Agua 2017 en la categoría 3: riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2) (ECA para Agua Cat3D1 y ECA para Agua Cat3D2 respectivamente) y la categoría 4: ecosistemas costeros y marinos - Estuarios (E3) (ECA para Agua Cat4E3).

7.1.1. Resultados y su comparación con las normas aprobadas en los IGA

Los resultados indican que en los Pozos 1, 2 y 3 y la quebrada Bocapán (QBoca1A), la conductividad eléctrica (CE), cloruros, fluoruros, sulfatos y boro registraron valores mayores a los ECA para Agua Cat1A1 y Categoría 3: Riego de vegetales. En tanto, la CE y sulfatos fueron mayores a los ECA para Agua Categoría 3: Bebida de animales, las concentraciones de los STD en QBoca1A fueron mayores a los ECA para Agua Categoría 4: Ríos de costa y

³⁶ Los 2 puntos de muestreo fueron parte del monitoreo ambiental Yacimiento Corvina (C-39) de enero de 2014 de BPZ (mes cercano a marzo del estudio y en la misma temporada húmeda), cuyos resultados se encuentran en el Capítulo de Agua Marina del Informe Técnico Sustentatorio para la Ampliación de la Disposición Final del Agua de Producción del Yacimiento Corvina aprobado mediante Resolución Directoral N.º 357-2015-MEM-DGAAE el 6 de octubre de 2015. Los valores de las muestras fueron considerados a nivel superficial, las cuales son:

- E1-S: 2 Km al noreste de la plataforma Z1A-40-CX-11, en contra de la corriente de coordenadas WGS84) 530421,8 E y 9604334,1 N.
- E8-S: 2 Km al sureste de la plataforma Z1A-40CX-11 de coordenadas (WGS84) 527319,6 E y 9601869,8 N.



sierra, mientras el calcio y sodio registraron concentraciones mayores a los ECA para Agua Categoría 3: Riego de vegetales.

En el caso de los Pozos 1, 2 y 3, las concentraciones de magnesio fueron mayores a los ECA para Agua Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Para el Pozo 2, las concentraciones de hierro y manganeso (además del Pozo 3) fueron mayores a los ECA para Agua Cat1A1 y Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Mientras, las concentraciones de los otros metales fueron mayores en los ECA para Agua Cat1A1 (selenio para los Pozos 1 y 3, aluminio para el Pozo 2 y arsénico para los Pozos 2 y 3).

En la quebrada Bocapán, antes de la desembocadura al océano Pacífico (QBoca3), los valores de pH y concentraciones de los sólidos totales disueltos (STD), arsénico y níquel registraron concentraciones mayores a los ECA para Agua Categoría 4: Estuarios.

Cabe indicar que en la quebrada Bocapán (QBoca3 y QBoca1A) y pozos artesanales (Pozos 1, 2 y 3), la concentración de aceites y grasas estuvo por debajo de los ECA para Agua (2008); asimismo, no se registraron concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo en dichos puntos de muestreo (menores al límite de detección).

7.1.2. Resultados y su comparación con la norma vigente

Los resultados indican que en los Pozos 1, 2 y 3 y la quebrada Bocapán (QBoca1A), la conductividad eléctrica (CE) y sulfatos registraron valores mayores a sus estándares de los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2. En tanto, los cloruros y fluoruros fueron mayores a los ECA para Agua Cat3D1.

En caso de los Pozos 1 y 3 y la quebrada Bocapán (QBoca1A), las concentraciones de boro fueron mayores a los ECA para Agua Cat3D1. Mientras, las concentraciones de magnesio en los Pozos 2 y 3 fueron mayores a los ECA para Agua Cat3D2, selenio para el Pozo 1 fueron mayores a los ECA para Agua Cat3D1 y manganeso para el Pozo 1 fueron mayores a los ECA para Agua Cat3D1 y Cat3D2.

En la quebrada Bocapán (QBoca3), los valores de pH y concentraciones de los sólidos totales en suspensión (SST), arsénico y níquel registraron concentraciones mayores a los ECA para Agua Cat4E3.

En resumen, las concentraciones los parámetros que superaron los ECA para Agua 2008 (categorías 1 y 3) y 2017 (categoría 3) fueron la CE y sulfatos. Mientras que, las concentraciones de cloruros, fluoruros y boro superaron los estándares establecidos para el uso del riego de vegetales (ECA para Agua 2008 y 2017 en la categoría 3) y las concentraciones de STD solo superaron la Categoría 4: ríos de costa y sierra. Para el caso de la quebrada Bocapán en QBoca3, el valor del pH y las concentraciones del arsénico y níquel superaron los ECA para Agua categoría 4: estuarios.

En la Tabla 7.1 se muestra el resumen de los parámetros cuyos valores fueron mayores a los ECA para Agua 2008 y 2017 en las categorías respectivas.

Cabe indicar que en la quebrada Bocapán (QBoca3 y QBoca1A) y pozos artesanales (Pozos 1, 2 y 3), la concentración de aceites y grasas estuvo por debajo de los ECA para Agua (2017); asimismo, no se registraron concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo en dichos puntos de muestreo.

**Tabla 7.1. Parámetros con valores que excedieron de los ECA para Agua**

Punto de muestreo	ECA para Agua 2008 aprobados en los IGA					ECA para Agua 2017 vigentes		
	Categoría 1	Categoría 3		Categoría 4		Categoría 3		Categoría 4
	A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Riego de vegetales	Bebida de animales	Costa y Sierra	Estuarios	D1: Riego de Vegetales de Tallo Alto y Bajo	D2: Bebida de animales	E3: Ecosistemas costeros y marinos - Estuarios
Pozo 1	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Boro total Selenio total	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Boro total Calcio total Magnesio total Sodio total	CE Sulfatos Magnesio total	---	---	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Boro total Selenio total	CE Sulfatos	---
Pozo 2	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Boro total Hierro total Manganeso total Aluminio total Arsénico total	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Boro total Calcio total Hierro total Manganeso total Sodio total	CE Hierro total Sulfatos Magnesio total Manganeso total	---	---	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Manganeso total	CE Sulfatos Magnesio total Manganeso total	---
Pozo 3	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Boro total Manganeso total Selenio total Arsénico total	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Boro total Calcio total Magnesio total Sodio total	CE Sulfatos Magnesio total	---	---	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Boro total	CE Sulfatos Magnesio total	---
QBoca1A	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Boro total	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Boro total Calcio total Sodio total	CE Sulfatos	STD	---	CE Cloruros Fluoruros Sulfatos Boro total	CE Sulfatos	---
QBoca3	---	---	---	---	pH STD Arsénico total Níquel total	---	---	pH SST Arsénico total Níquel total

CE: Conductividad eléctrica, STD: Sólidos totales disueltos y SST: Sólidos totales en suspensión
---: no aplica para la categoría.

7.1.3. Relación conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos

El buen ajuste de correlación entre la conductividad eléctrica (CE) y los sólidos totales disueltos (STD) se determina mediante el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson o coeficiente de determinación (R^2) con valor mayor al 0,95. De acuerdo con lo indicado por Walton (1989), los diferentes tipos de agua registran diferentes valores de K , por lo que los puntos de muestreo de la quebrada Bocapán (QBoca1A) y los pozos artesanales de El Charán (*aguas salobres*³⁷ con cloruros de 523 a 895 mg/L) tienen

³⁷ De acuerdo con la clasificación de Stuyfzand (1993), el agua se clasifica en 8 grupos en base a la concentración de cloruros (mg/L):

Oligohalino	≤ 5 mg/L	Salobre	300 – 1000 mg/L
Oligohalino-Dulce	5 - 30 mg/L	Salobre-Salina	1000 – 10000 mg/L
Dulce	≤ 150 mg/L	Salina	10 000 – 20 000 mg/L
Dulce-Salobre	150 -300 mg/L	Salmuera (Hipersalina)	> 20 000 mg/L

diferentes valores de K - con valores de CE y STD menores, que el agua de mar de Tumbes y la quebrada Bocapán en QBoca3, antes de la desembocadura al océano Pacífico.

La Figura 7.1 muestra la relación lineal entre la CE y los STD de la quebrada Bocapán (QBoca1A) y los Pozos 1,2 y 3, con un R^2 de 0,9981 y una pendiente (K) de 0,6583 (~0,66), el cual está dentro del rango de 0,50 a 0,85 indicado por Walton (1989). Además, se observa que QBoca3 (*salmuera*³⁶ con 52078 mg/L de cloruros) tiene mayores valores de CE y STD que el agua de mar de Tumbes en E8-S y E1-S (*Salina*³⁶ con ~ 10200 mg/L de cloruros).

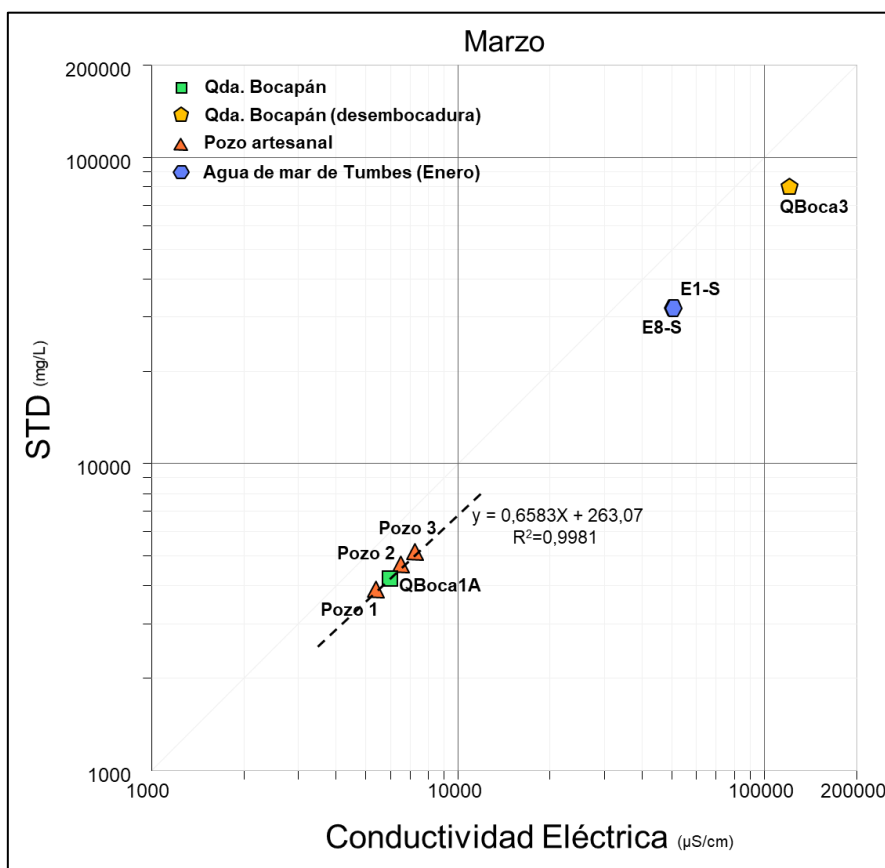


Figura 7.1. Relación entre la conductividad y los sólidos totales disueltos (STD) de los pozos artesanales, quebrada Bocapán y agua de mar de Tumbes

7.1.4. Relaciones hidroquímicas

Las relaciones hidroquímicas, en base a los metales disueltos o cationes: calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na) y el anión cloruros (Cl), están relacionadas a los 2 contextos de la quebrada Bocapán, QBoca1A en relación con la interacción del agua subterránea de los acuíferos de Casitas y El Charán (para los Pozos artesanales 1, 2 y 3), mientras que QBoca3 se evaluó con respecto a la interacción con el mar de Tumbes.

Cabe señalar que las concentraciones de sodio del agua marina fueron calculadas en base a los rango de porcentajes de los otros parámetros (cloruros y sulfatos) que registró el mar de Tumbes en E1-S y E8-S. En el Anexo 11 (procesamiento de datos) se especifica el cálculo de parámetros faltantes.

7.1.4.1. Relación rNa/Cl y rCa/rMg

Esta relación constituye un indicio para determinar tanto la fuente de iones a través de la disolución de minerales de silicatos, calcita y dolomita (rCa/rMg), y el intercambio iónico de sodio por calcio y magnesio con disolución de la halita (rNa/rCl) del agua de origen subterráneo, por lo que no se consideró a la quebrada Bocapán en QBoca3, antes de la desembocadura al océano Pacífico.

La Figura 7.2 indica que con respecto a la rCa/rMg , la quebrada Bocapán (QBoca1A) está en el cuadrante perteneciente a la disolución de calcita y dolomita (mayor contribución de este mineral), y los Pozos 1, 2 y 3 están en el cuadrante por debajo de la disolución de calcita y dolomita. Mientras que, los citados Pozos artesanales y QBoca1A registraron rNa/rCl mayores a 1, con similitudes en ambos ratios en los Pozos 2 y 3.

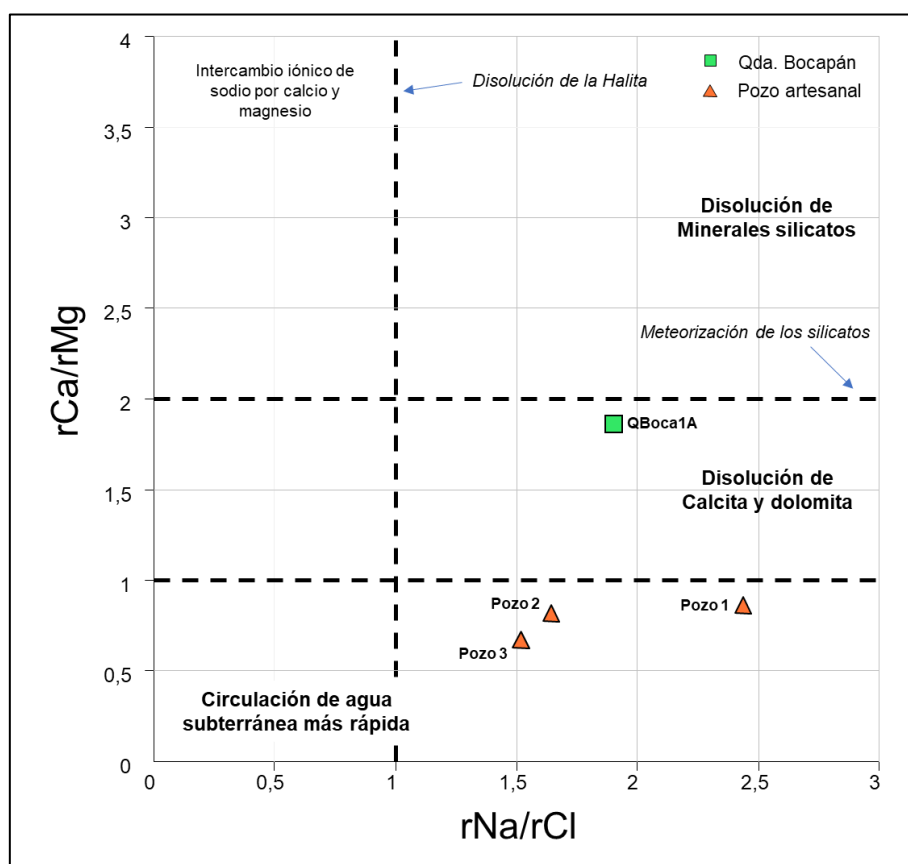


Figura 7.2. Relación rNa/Cl y rCa/rMg de la quebrada Bocapán y pozos artesanales

7.1.4.2. Relación rCl y rNa

Se utilizó el gráfico de dispersión para los iones sodio y cloruros (en meq/L) y escala logarítmica, el cual permitió identificar los diferentes procesos y fuentes de origen de la salinidad. En la Figura 7.3 se visualizan 3 pendientes:

- $rNa/rCl = 0,8$ (Línea de mar), dicho valor fue calculado en base al promedio de los resultados de cloruros y sodio del agua superficial de mar de Tumbes (E1-S y E8- S).

- $rNa/rCl = 1$ (Línea de Halita), en donde se encuentra la quebrada Bocapán (QBoca3) con mayores concentraciones de sodio y cloruros y diferenciándose con la pendiente del agua de mar.
- $rNa/rCl = 1,8$ (cota mínima), valor a partir del cual se ubican los pozos artesanales (Pozos 1, 2 y 3) y la quebrada Bocapán (QBoca1A), diferenciándose con la pendiente de QBoca3.

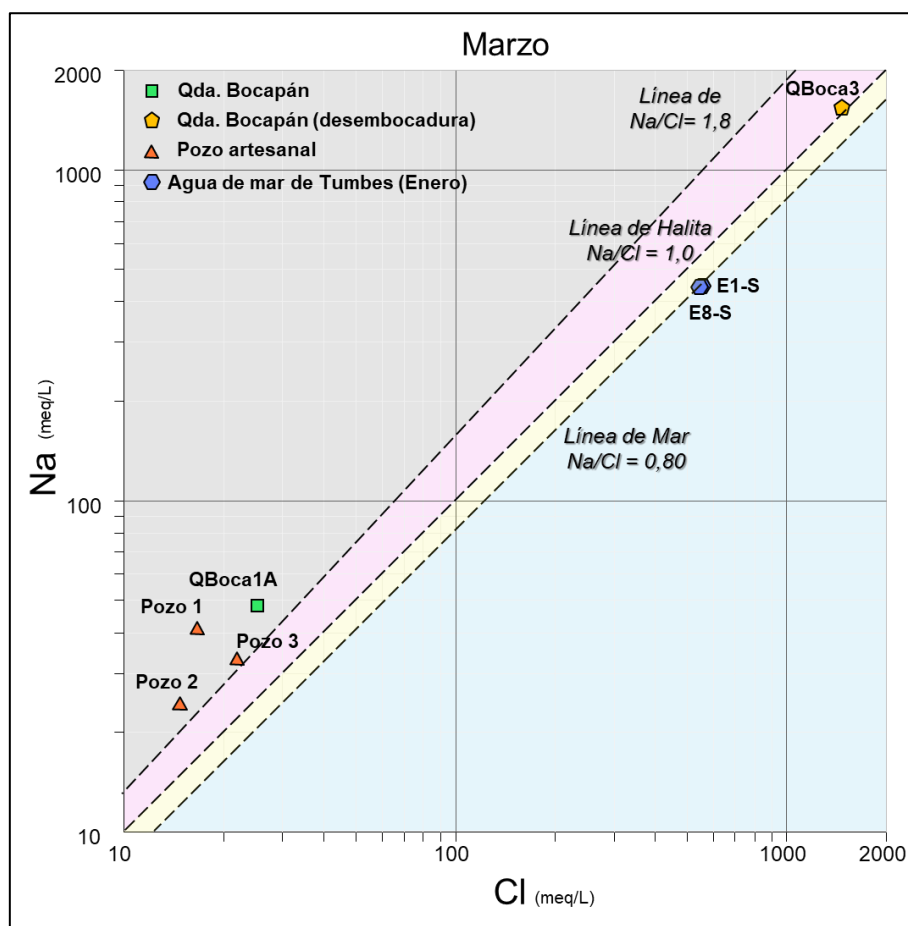


Figura 7.3. Relación rNa y rCl de los pozos artesanales, quebrada Bocapán y agua de mar de Tumbes

7.1.4.3. Índices cloro alcalinos

Los valores de los CAI-1 y CAI-2, relacionados a los efectos de intercambio catiónico en la evolución de la calidad del agua subterránea, fueron negativos para la quebrada Bocapán y los Pozos artesanales, con los siguientes valores:

- QBoca1A (CAI-1= -0,906 y CAI2=-0,549), Pozo1 (CAI-1= -1,456 y CAI2=-0,525), Pozo 2 (CAI-1= -0,660 y CAI2=-0,126) y Pozo 3 (CAI-1= -0,516 y CAI2=-0,140), por lo que el calcio y magnesio en el agua han sido reemplazados por el sodio y potasio.

7.1.5. Diagramas hidroquímicos

Los diagramas hidroquímicos para los pozos artesanales y la quebrada Bocapán (QBoca1A y QBoca3) son gráficos en 2 dimensiones de diferentes formas geométricas: triangular (Piper), líneas paralelas (Stiff), boomerang (Gibbs) y escala logarítmica (Mifflin).

Los cálculos de las facies hidroquímicas fueron obtenidos con el programa Diagrammes 6.61 con la información de los principales cationes (metales disueltos de calcio, magnesio, sodio y potasio) y aniones (cloruros, fluoruros, sulfatos y bicarbonatos).

7.1.5.1. Diagramas de Piper y Stiff

El diagrama de Piper modificado que se presenta en la Figura 7.4a muestra que la quebrada Bocapán, antes de la desembocadura al océano Pacífico (QBoca3), es de facie clorurada sódica. Mientras, que QBoca1A y Pozo 1 son de facie sulfatada sódica, Pozo 2 es de facie sulfatada magnésica-sódica y Pozo 3 es de facie sulfatada magnésica.

Con respecto al diagrama de Stiff, Figura 7.4b, el Pozo 1 y QBoca1A (facie sulfatada sódica) con concentraciones de los iones SO_4^{2-} y Mg^{2+} entre 35 y 50 meq/L, los Pozos 2 y 3 tienen la misma forma geométrica (facie sulfatada magnésica) con la concentración predominante del ion sulfato entre 70 y 76 meq/L. Finalmente, la quebrada Bocapán QBoca3 tiene la forma geométrica de «T», el cual es una forma relacionada a las aguas cloruradas sódicas, cuyos iones predominantes (Ca^{2+} y Cl^-) registraron concentraciones mayores a 1000 meq/L.

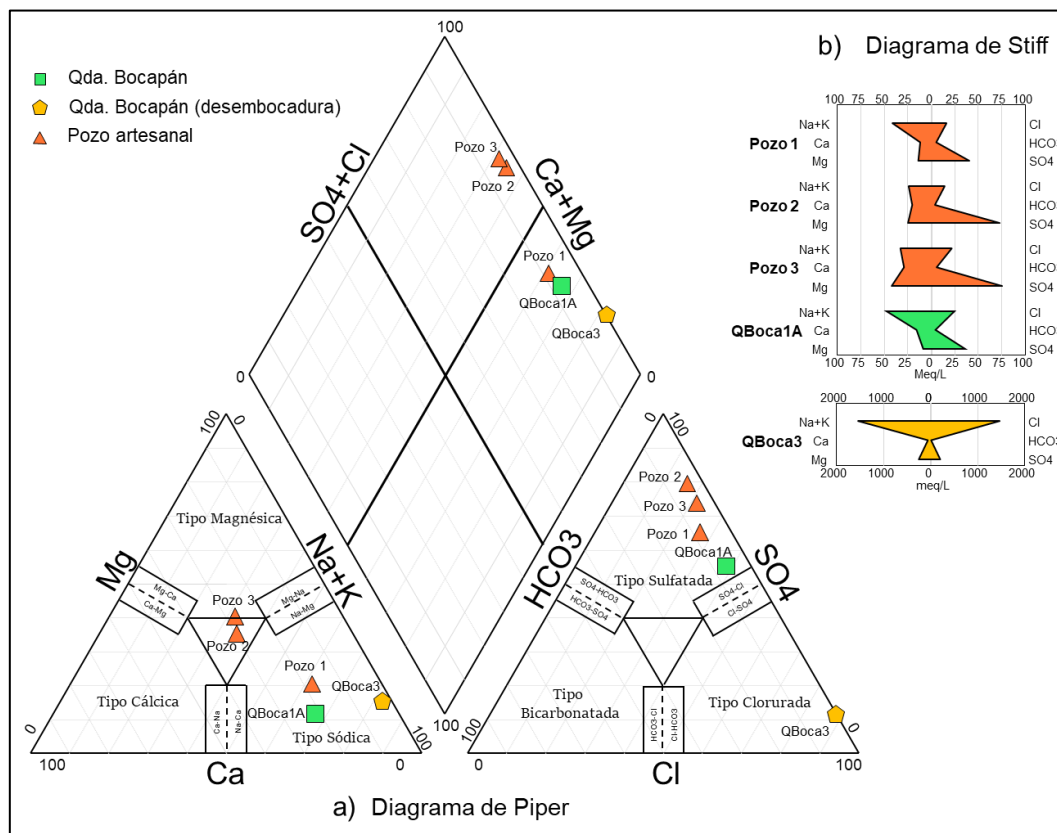


Figura 7.4. Diagramas de a) Piper y b) Stiff de la quebrada Bocapán y los pozos artesanales

7.1.5.2. Diagrama de Gibbs

De acuerdo con el diagrama de Gibbs, presentado en las Figuras 7.5 y 7.6, la quebrada Bocapán (QBoca1A y QBoca3) y los Pozos 1, 2 y 3 están en el área del dominio de la evaporización.

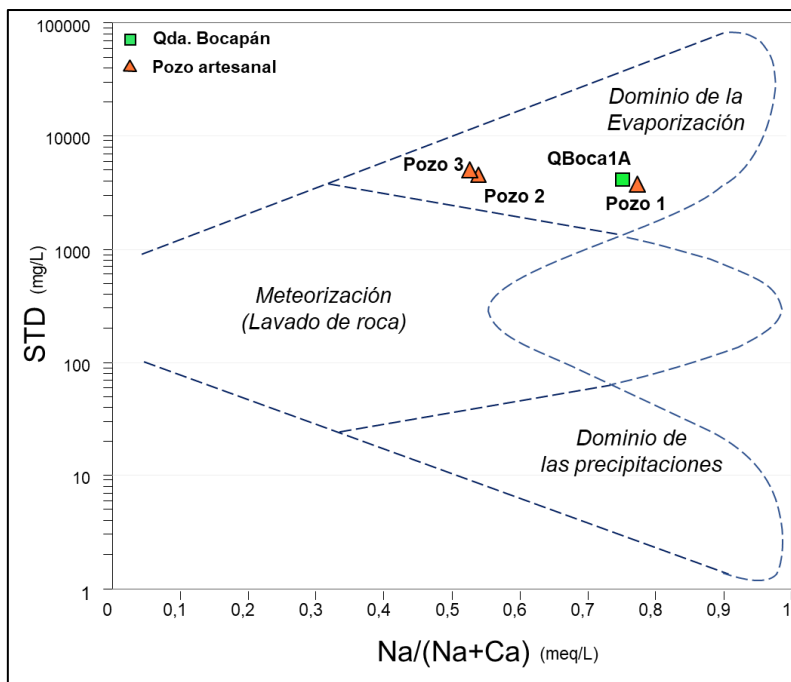


Figura 7.5. Diagrama de Gibbs ($Na/Na+Ca$ vs STD) de la quebrada Bocapán y los pozos artesanales

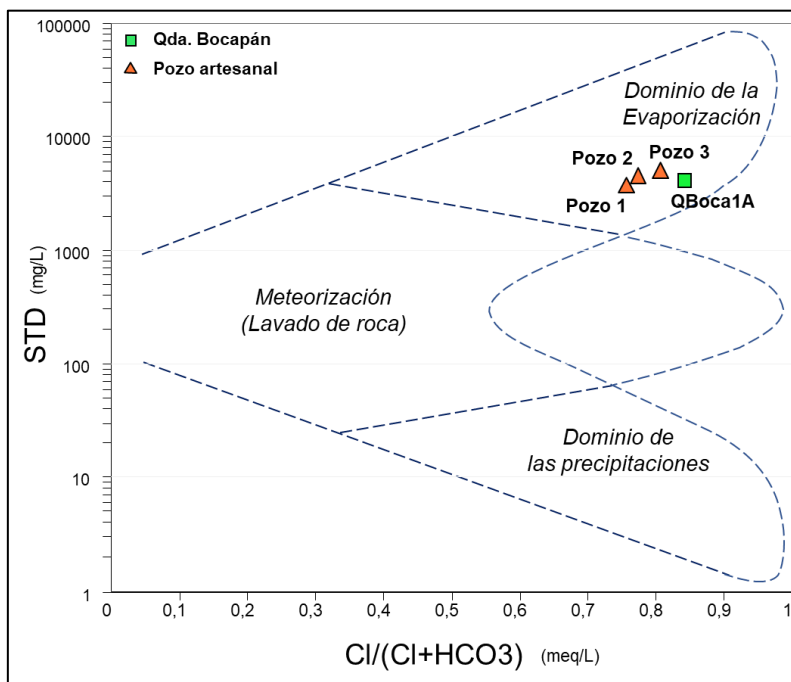


Figura 7.6. Diagrama de Gibbs ($Cl/Cl+HCO_3$ vs STD) de la quebrada Bocapán y los pozos artesanales

7.1.5.1 Diagrama de Mifflin

La predominancia química de la quebrada Bocapán (QBoca1A) y Pozos 1, 2 y 3 fue relacionada con la evolución de los flujos subterráneos mediante el diagrama de Mifflin. Los flujos se caracterizan por ser del tipo regional tal como se muestra en la Figura 7.7.

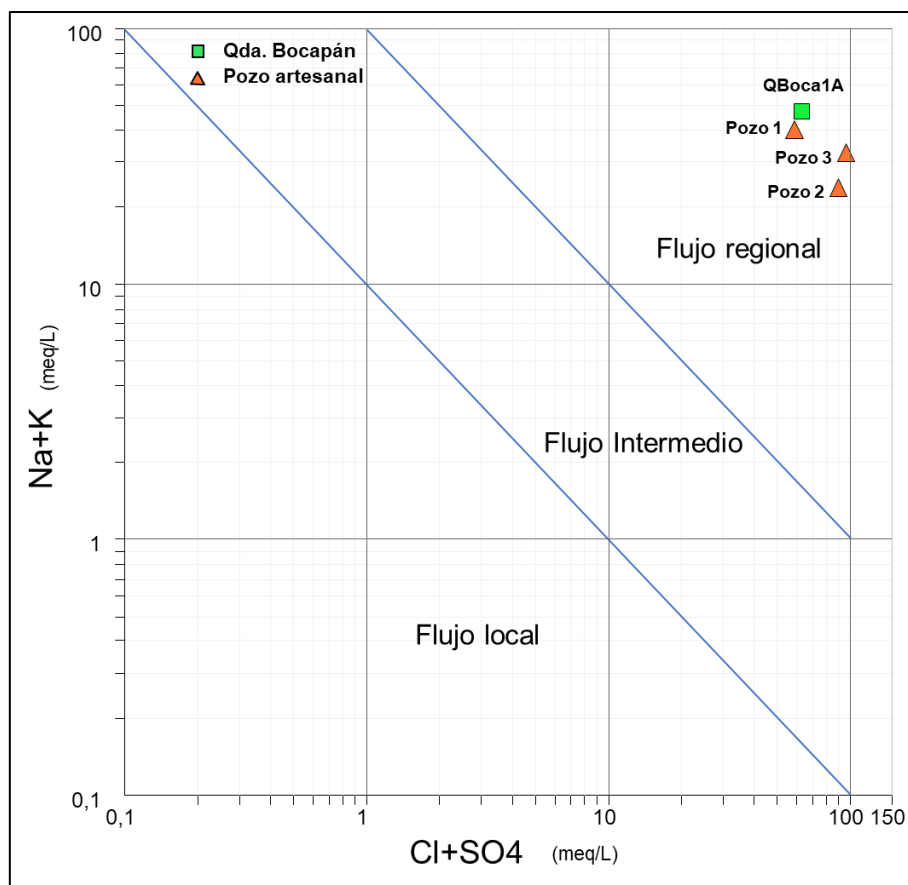


Figura 7.7. Diagrama de Mifflin de la quebrada Bocapán y los pozos artesanales

7.2. Objetivo específico 2: Evaluar las comunidades hidrobiológicas (perifiton y macroinvertebrados bentónicos) en las quebradas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

7.2.1. Perifiton

7.2.1.1. Perifiton autótrofo

a. Riqueza y abundancia

La composición general del perifiton autótrofo comprendió el Phylum Bacillariophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta, Charophyta y Euglenozoa. A nivel de riqueza, la estación QBoca3 tuvo 32 morfoespecies mientras que la estación QBoca1A tuvo 30 morfoespecies. Ambas estaciones estuvieron dominadas en riqueza por el Phylum Bacillariophyta y



Cyanobacteria, mientras que la representación de las morfoespecies en el Phylum Chlorophyta, Charophyta y Euglenozoa estuvieron por debajo 25 %.

Con respecto a la abundancia, la estación QBoca 1A estuvo conformada en su mayoría por individuos del Phylum Cyanobacteria (75,53 %), seguido del Phylum Bacillariophyta (24,04 %) y el porcentaje restante conformado por Chlorophyta. Por otro lado, la estación QBoca3 estuvo conformado en su mayoría por individuos del Phylum Bacillariophyta (56,95 %), seguido por el Phylum Cyanobacteria y en menor proporción por el Phylum Chlorophyta y Euglenozoa.

La cantidad de morfoespecies por Phylum y sus abundancias se encuentra en la Tabla 7.2, Figura 7.8 y Figura 7.9.

Tabla 7.2. Riqueza y abundancia por Phylum de la comunidad de Perifiton autótrofo

Phylum	QBoca1A		QBoca3	
	Unidad	Porcentaje	Unidad	Porcentaje
Número de morfoespecies				
Bacillariophyta	14	46,67	20	62,50
Cyanobacteria	14	46,67	8	25,00
Chlorophyta	1	3,33	2	6,25
Charophyta	1	3,33	0	0,00
Euglenozoa	0	0,00	2	6,25
Total	30	100,00	32	100,00
Número de individuos (organismos/cm ²)				
Bacillariophyta	3039	24,04	37040	56,95
Cyanobacteria	9546	75,53	26880	41,33
Chlorophyta	53	0,42	880	1,35
Charophyta	1	0,01	0	0,00
Euglenozoa	0	0,00	240	0,37
Total	12639	100,00	65040	100,00

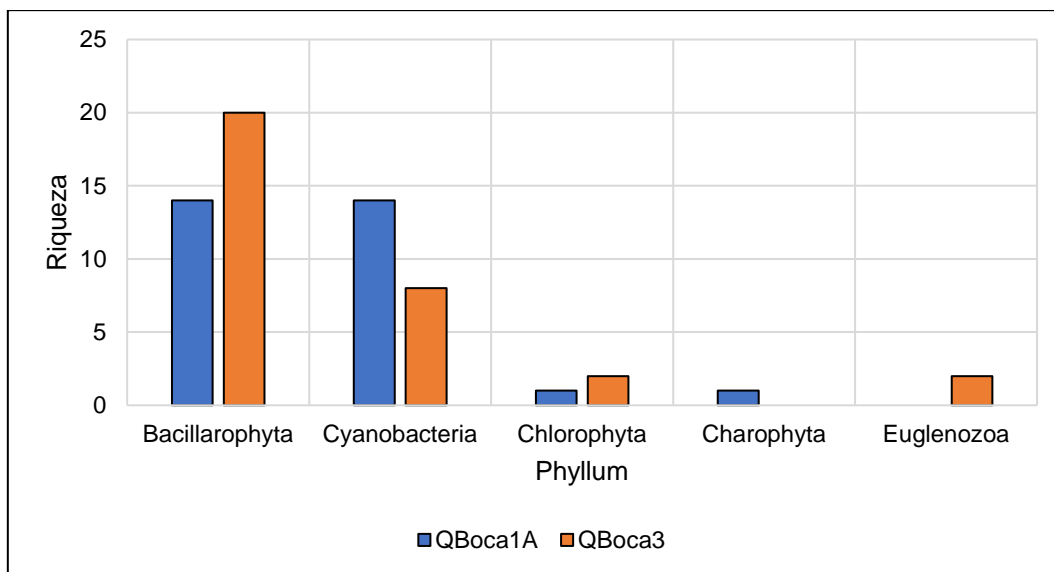


Figura 7.8. Riqueza por Phylum de la comunidad de perifiton autótrofo

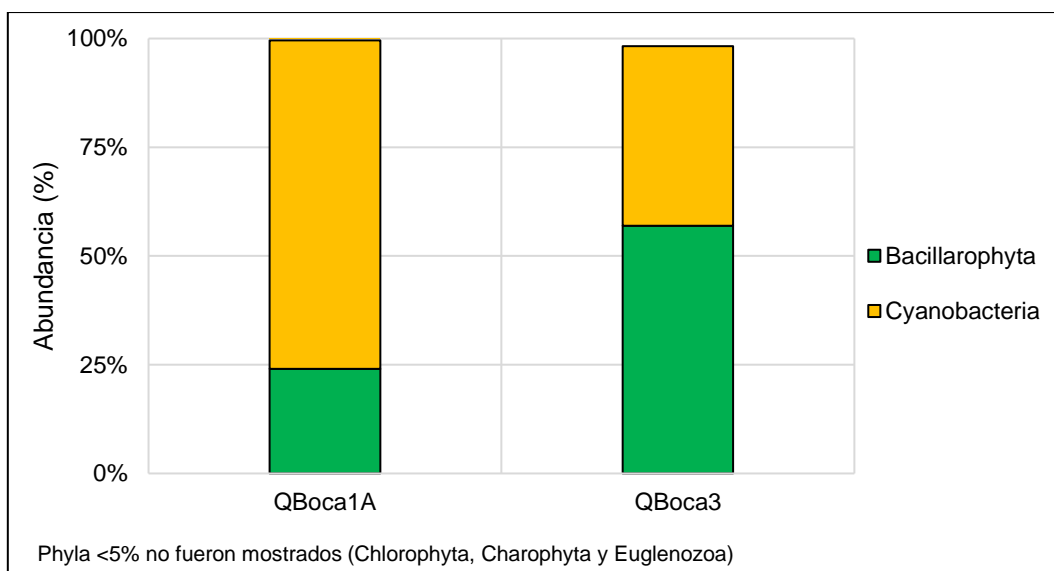


Figura 7.9. Abundancia por Phylum de la comunidad de perifiton autótrofo

b. Índices de diversidad

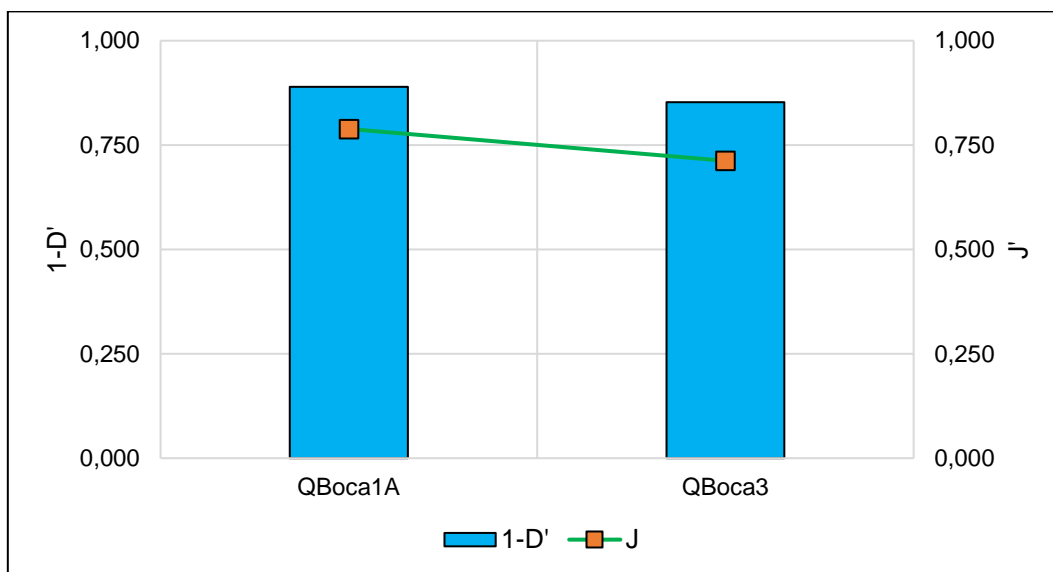
La diversidad en términos del índice de Simpson fue similar entre la estación QBoca1A con un valor de 0,889 unidades y la estación QBoca3 con un valor de 0,853 unidades. Una comparación similar se encontró en la Equidad de Pielou donde QBoca1A fue de 0,789 unidades y QBoca3 fue de 0,712 unidades. Los resultados de los índices de diversidad se encuentran en la Tabla 7.3 y Figura 7.10.

Tabla 7.3. Índices de diversidad para la comunidad de perifiton autótrofo

Índices de diversidad	QBoca1A	QBoca3
1-D'	0,889	0,853
J'	0,789	0,712

1-D: Índice de Simpson

J: Equidad de Pielou


Figura 7.10. Índices de diversidad de la comunidad de perifiton autótrofo

7.2.1.2. Perifiton heterótrofo

a. Riqueza y abundancia

La cantidad de morfoespecies del perifiton heterótrofo fue escasa, considerando la mayor cantidad para la estación QBoca3 con 3 morfoespecies y 2 morfoespecies para la estación QBoca1A. La composición en términos de riqueza conformó una morfoespecie representante por los Phyla Amebozoa, Rotífera y Nematoda. En términos de abundancia, ambas estaciones tuvieron como mayor representante el Phylum Nematoda. La cantidad de riqueza y abundancia por Phylum se encuentra en la Tabla 7.4.

Tabla 7.4. Riqueza y abundancia por Phylum de la comunidad de Perifiton heterótrofo

Phylum	QBoca1A		QBoca3	
	Unidad	Porcentaje	Unidad	Porcentaje
Número de morfoespecies				
Amebozoa	0	0,00	1	33,33
Rotífera	1	50,00	1	33,33
Nematoda	1	50,00	1	33,33
Total	2	100,00	3	100,00
Número de individuos (organismos/cm ²)				
Amebozoa	0	0,00	1	1,22
Rotífera	8	47,06	2	2,44
Nematoda	9	52,94	79	96,34
Total	17	100,00	82	100,00

7.2.2. Macroinvertebrados bentónicos

a. Riqueza y abundancia

La riqueza fue mucho mayor en la estación QBoca1A con 17 morfoespecies, mientras que la estación QBoca3 tuvo 2 morfoespecies. Ambas estaciones tuvieron como principal representante el Phylum Arthropoda (QBoca1A con 88,24 % de la riqueza total y QBoca3 con el 100 %).

En términos de abundancia la representación del Phylum Mollusca se encuentra con un 42,61 % mientras que el Phylum Arthropoda se encuentra con 57,89 % para la estación QBoca1A. La estación QBoca3 tuvo 82 organismos/0,27 m² en el Phylum Arthropoda, los cuales representaron el 100 % del total. Los valores de riqueza y abundancia se encuentran en la Tabla 7.5, Figura 7.11 y Figura 7.12.

Tabla 7.5. Riqueza y abundancia por Phylum de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos

Phylum	QBoca1A		QBoca3	
	Unidad	Porcentaje	Unidad	Porcentaje
Número de morfoespecies				
Mollusca	2	11,76	0	0,00
Arthropoda	15	88,24	2	100,00
Total	17	100,00	2	100,00
Número de individuos (organismos/cm ²)				
Mollusca	219	42,61	0	0,00
Arthropoda	295	57,39	82	100,00
Total	514	100,00	82	100,00

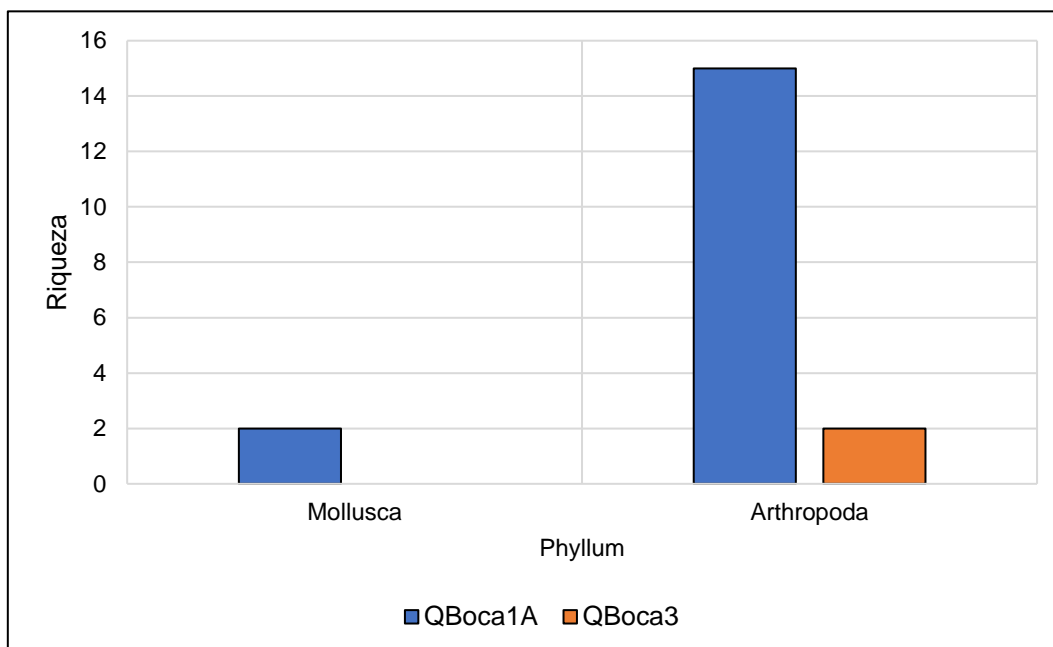


Figura 7.11. Riqueza por Phylum de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

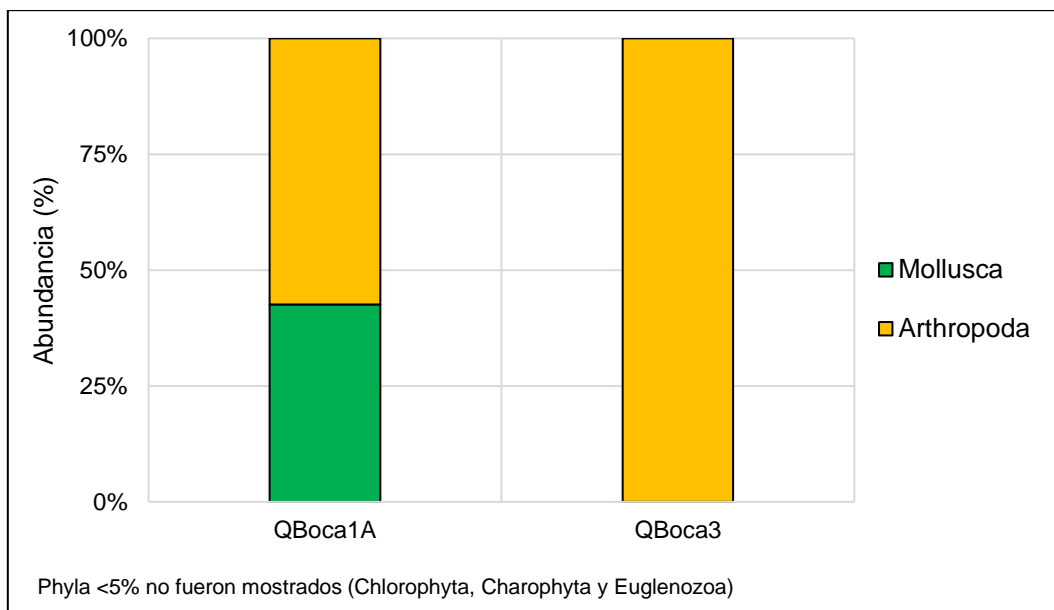


Figura 7.12. Abundancia por Phylum de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos

b. Índices de diversidad

La mayor diversidad en términos del índice de Simpson fue encontrada para la estación QBoca1A con 0,752, mientras que para la estación QBoca3 fue 0,024. La mayor equidad (Equidad de Pielou) fue encontrada en la estación QBoca1A, mientras que en la estación QBoca3 se puede observar claramente la dominancia de una especie con un valor de J' de 0,095. Los valores de diversidad se encuentran en la Tabla 7.6 y Figura 7.13.

Tabla 7.6. Índices de diversidad para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos

Índices de diversidad	QBoca1A	QBoca3
1-D	0,752	0,024
J	0,635	0,095

1-D: Índice de Simpson
J: Equidad de Pielou

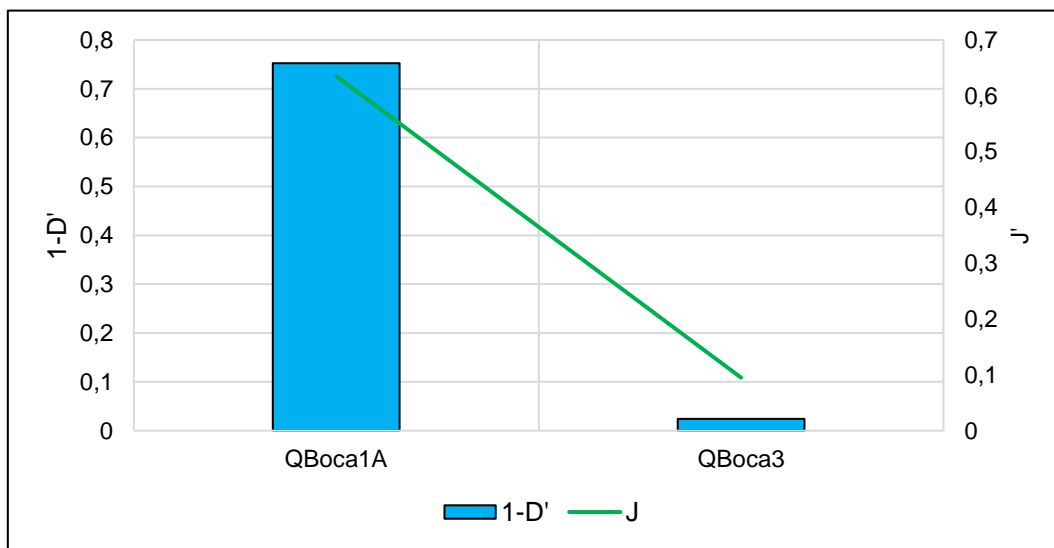


Figura 7.13. Índices de diversidad para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos



7.3. Objetivo específico 3: Evaluar la flora silvestre en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Los resultados de la evaluación de flora «arbórea», realizadas en base a la evaluación de 20 parcelas permanentes de 0,25 ha en 4 zonas plataformas (4 parcelas por plataforma) y una zona blanco, relacionados a la composición y diversidad arbórea, estructura arbórea, índice de valor de importancia, cobertura, biomasa y captura de carbono, son presentados en esta sección; haciendo la comparación entre los resultados de cada parcela. Asimismo, se considera los resultados de las colectas generales, principalmente del estrato herbáceo (evaluación cualitativa). Además, con la finalidad de fortalecer la distinción de la vegetación arbórea entre las parcelas evaluadas de cada plataforma se presenta los resultados de los métodos estadísticos multivariados utilizados en el presente estudio.

7.3.1. Composición y estructura de la vegetación

Las especies arbóreas en el área de influencia de las 4 zonas plataformas de la cuenca Bocapán (Piedra candela 3X, Cardo 2X, Cope Sur 5X y Cope Sur 1X) y una zona blanco (Blanco-1) fue evaluada mediante parcelas permanentes y colectas generales (evaluación cualitativa) por tanto, la suma de estos resultados se detalla a continuación.

La composición florística en las plataformas obtuvo como resultado de la evaluación de 3061 individuos, el registro de 18 especies, 14 géneros más un indeterminado (Indet) y 9 familias. Donde, la Plataforma Piedra candela 3X y la zona Blanco-1 fueron las zonas donde se registraron más especies (14 y 13 respectivamente), seguidas de las plataformas Cardo 2X, Cope Sur 5X y Cope Sur 1X. No obstante, la plataforma Cardo 2X aportó mayor número de individuos, como se detalla en la Figura 7.14 y Anexo 7 (Reporte de resultados N.º RRE-009-2020-STEC). Asimismo, la forma de crecimiento tipo arbóreo fue la predominante, con las especies *Cordia lutea* «overo», *Prosopis pallida* «algarrobo», *Caesalpinia paipai* «Charán negro» y *Bursera graveolens* «palo santo».

La Figura 7.15 evidencia, como varían las abundancias de las especies más representativas en las 20 parcelas, considerando los percentiles 5 % y 95 %, donde las especies *Cordia lutea* y *Prosopis pallida* se encontraron en al menos el 50% de las parcelas con 104 y 23 individuos respectivamente, del mismo modo, *Caesalpinia paipai* y *Bursera graveolens* tuvieron 7 y 4 individuos. Sin embargo, 14 especies no están presentes dentro del percentil 25, pero son igual de importantes ecológicamente hablando, y muy frágiles a cambios en el ambiente.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

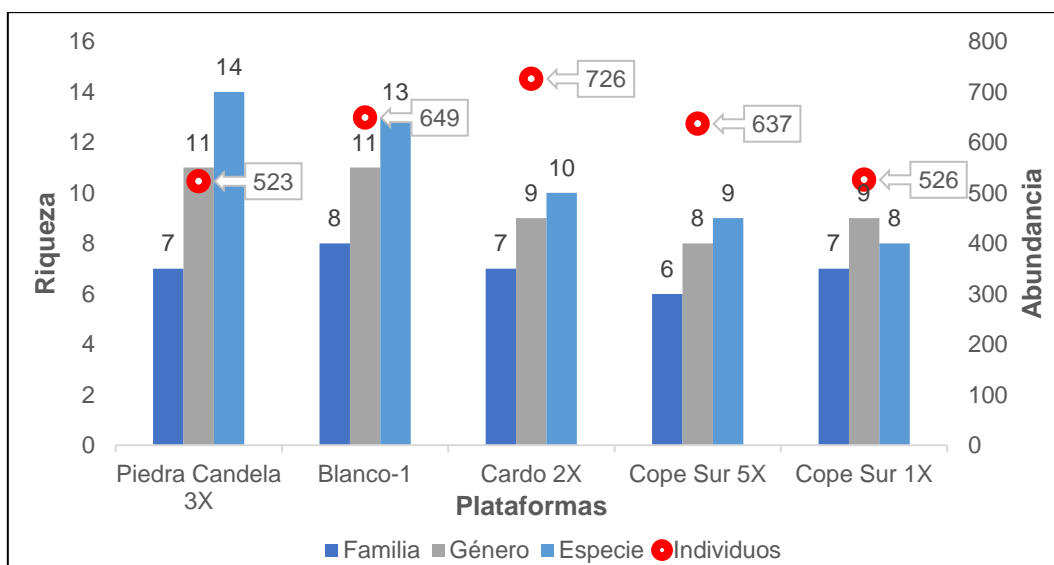


Figura 7.14. Riqueza y abundancia total de la evaluación de flora silvestre en las 5 zonas

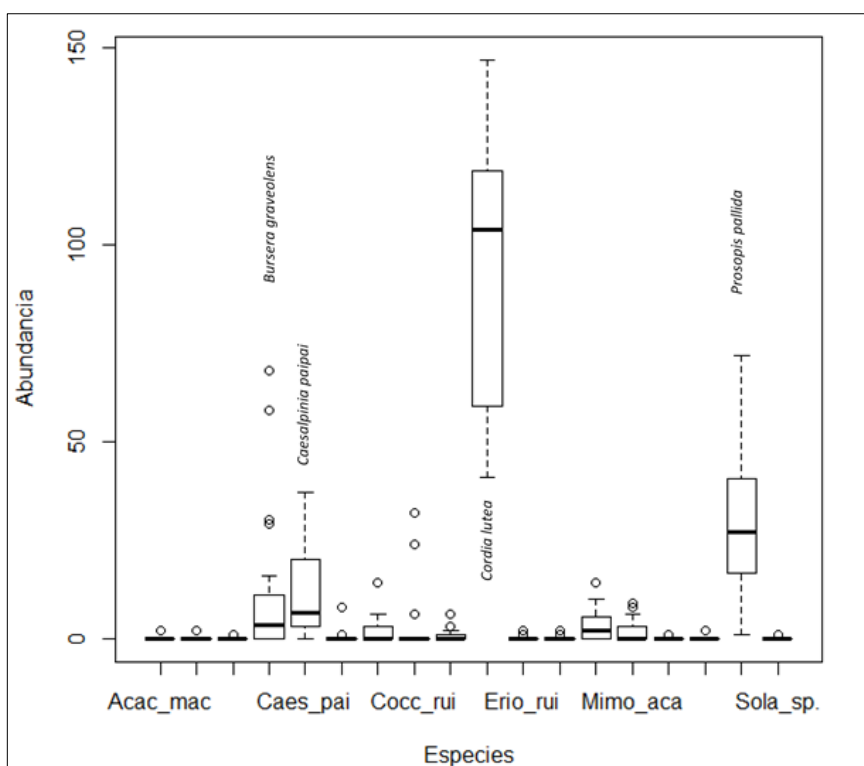


Figura 7.15. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de las especies para las 4 plataformas

Mimo_alb: *Mimosa albina*; Park_acu: *Parkinsonia aculeata*; Inde_sp: Indet sp1; Capp_ova: *Capparis ovalifolia*; Sola_sp: *Solanum* sp1; Acac_mac: *Acacia macrantha*; Acac_sp: *Acacia* sp1; Arma_car: *Armatocereus cartwrightianus*; Erio_rui: *Erioteca ruizii*; Coli_sca: *Colicodendron scabridum*; Mimo_aca: *Mimosa acantholoba*; Loxo_hua: *Loxopterygium huasango*; Cocc_den: *Coccoloba densifrons*; Cocc_rui: *Coccoloba ruiziana*; Caes_pai: *Caesalpinia paipai*; Burs_gra: *Bursera graveolens*; Pros_pal: *Prosopis pallida*; Cord_lut: *Cordia lutea*.

Asimismo, las familias con mayor cantidad de individuos fueron: Boraginaceae (1 especie de 1868 individuos), Fabaceae (7 especies de 757 individuos), Burseraceae (1 especie de

233), Polygonaceae y Anacardiaceae (2 especies de 101 y 69 respectivamente) entre otras familias que se detallan en el Anexo 7. Sin embargo, es importante resaltar que adicionalmente se hicieron evaluaciones intensivas de otras formas de crecimiento (hábitos), tales como hierbas y lianas. Entre ellas, se registraron especies que están dentro de alguna categoría de protección y endemismo.

De la evaluación cualitativa, se registró 21 especies entre hierbas, arbustos y lianas; donde 17 especies corresponden a hierbas (81 % del total), seguidas de arbustos y lianas (2 especies), como se observa en la Figura 7.16, entre ellas *Maytenus octogona* considerada como NT=Casi Amenazada, según el Decreto Supremo N.º 043-2006-AG y *Tiquilia dichotoma* como Endémica para este tipo de ecosistema (León, 2007), entre otras incluidas en la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como se detalla en el Anexo 7.

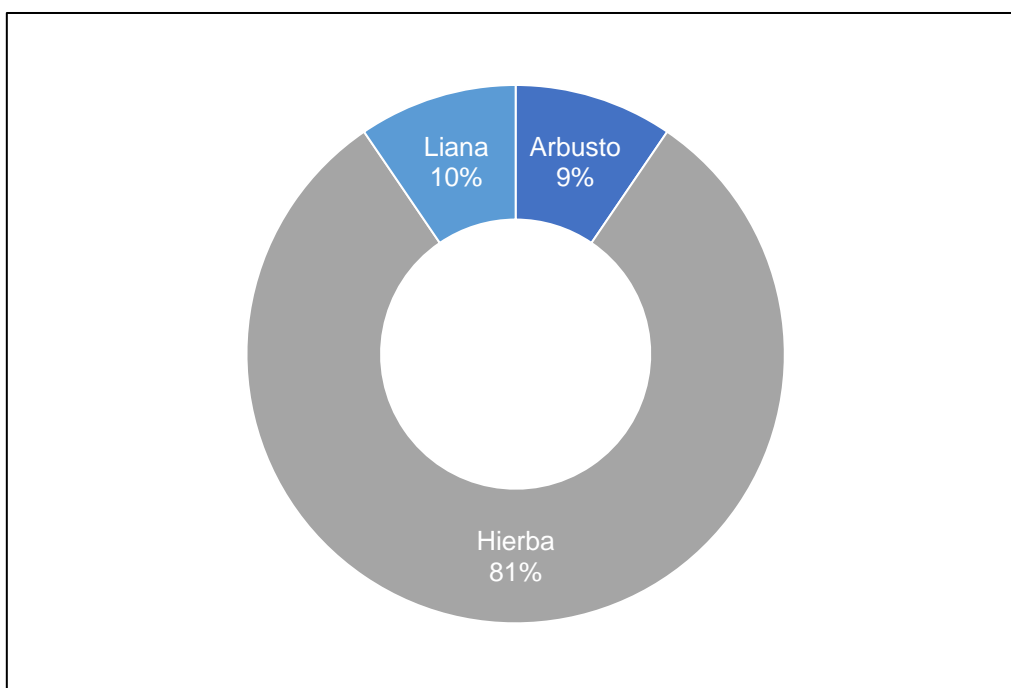


Figura 7.16. Hierbas, arbustos y lianas «evaluación cualitativa de las plataformas»

7.3.1.1. Composición y riqueza por parcela y plataformas

a. Plataforma Piedra candela 3X

La plataforma Piedra candela 3X, ubicada en la unidad de vegetación Bosque seco semidenso de colinas «Bssd-c», que incluye en gran parte al ecosistema conocido como «Bosque estacionalmente seco BTES = Bosque seco ecuatorial» presenta los resultados de la evaluación en las 4 parcelas permanentes (FL1, FL2, FL3 y FL4), que se detalla en la Figura 7.17.

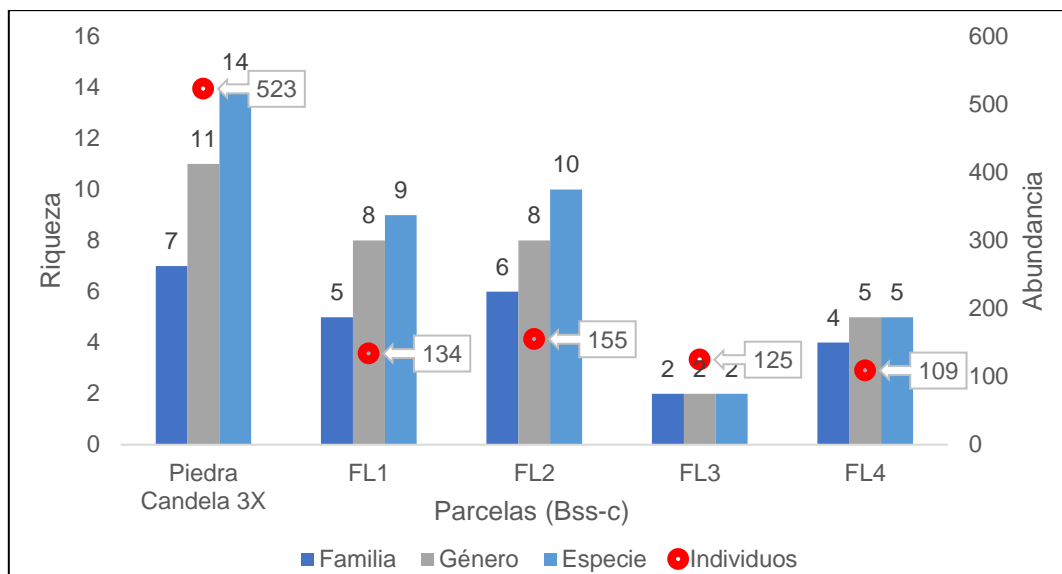


Figura 7.17. Composición y riqueza de flora silvestre evaluado en la plataforma Piedra candela 3X

La composición de árboles mayores o iguales a 5 cm de diámetro, de las 4 parcelas de 0,25 ha cada una, y en base a la evaluación de 523 individuos, está distribuida taxonómicamente en 14 especies, 11 géneros y 7 familias (Figura 7.17), los cuales están representados por árboles (100 %), se evidencia cobertura vegetal de hábito herbáceo y arbustivo en los estratos inferiores dominados principalmente por *Lantana* sp.1 y *Verbena* sp.1.

Entre las especies que destacan esta *Cordia lutea* «overo», seguidas de *Prosopis pallida* «algarrobo», *Caesalpinia paipai* «Charán negro», *Coccoloba ruiziana* «añalque» y *Bursera graveolens* «palo santo». Además de *Loxopterygium huasango* «hualtaco», *Parkinsonia aculeata* «palo verde» entre otras que se detallan en el Anexo 7.

Asimismo, en la Figura 7.18, el análisis de los percentiles (5 % y 95 %) evidencia como varían las abundancias de las especies más representativas en las 25 subparcelas (10x10 m) de cada parcela (FL1, FL2, FL3 y FL4) donde, las especies *Cordia lutea* y *Prosopis pallida* se encontró al menos en el 50 % de las subparcelas tiene 1 individuo respectivamente. Sin embargo, en la parcela FL1 también se evidenció a *Caesalpinia paipai* en el percentil 75 al menos con 2 especies. Asimismo, las parcelas FL3 y FL4 presentó 4 individuos de *Cordia lutea* y *Prosopis pallida* en el percentil 50, como se evidencia en la Figura 7.18.

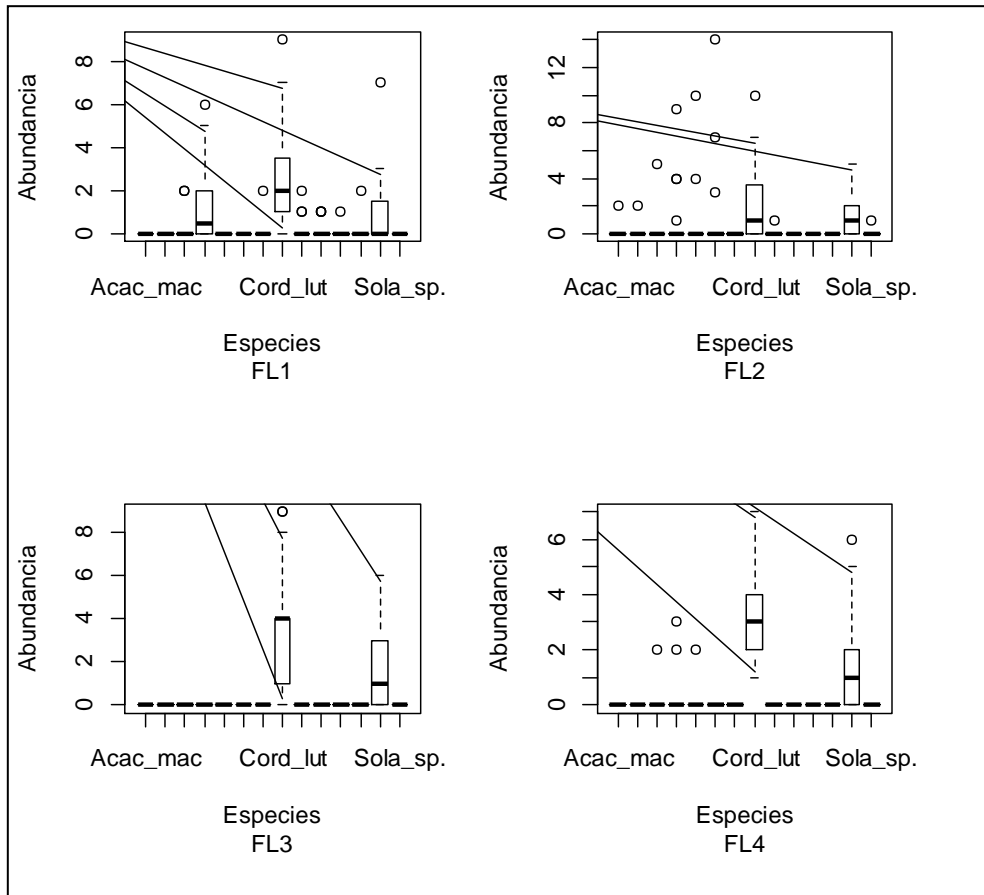


Figura 7.18. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de las especies para las parcelas FL1, FL2, FL3 y FL4

b. Zona Blanco «Blanco-1»

La zona blanco, denominado Blanco-1, también está ubicada en la unidad de vegetación Bosque seco semidenso de colinas «BSsd-c», que incluye gran parte al ecosistema conocido como «Bosque estacionalmente seco BTES». Los resultados de la evaluación en las 4 parcelas permanentes (FL5, FL6, FL7 y FL8), se detalla en la Figura 7.19.

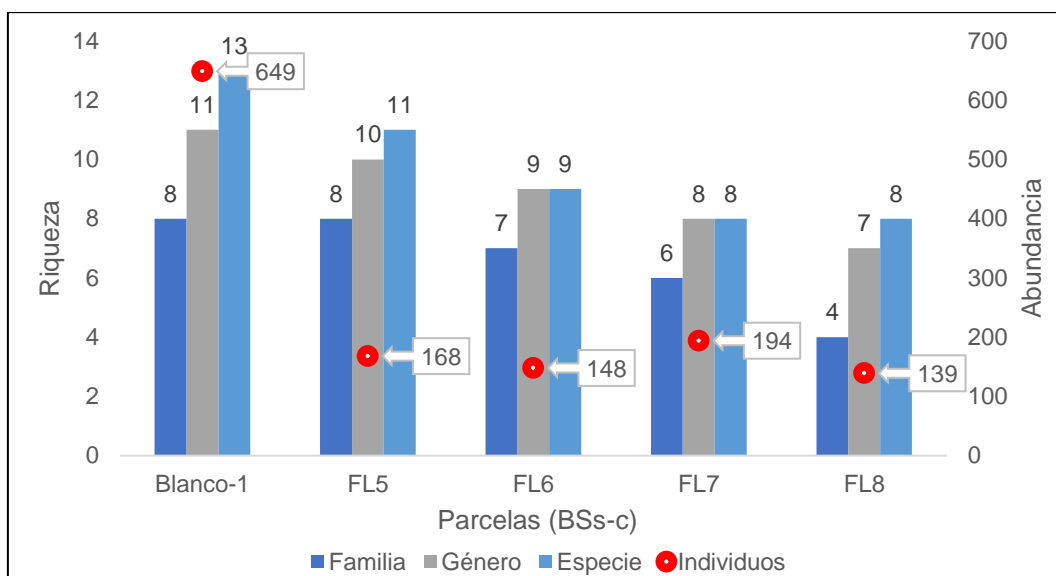


Figura 7.19. Composición y riqueza de flora silvestre evaluado en el Blanco-1

La composición de árboles mayores o iguales a 5 cm de diámetro de las 4 parcelas de 0,25 ha cada una, y en base a la evaluación de 649 individuos, está distribuida taxonómicamente en 13 especies, 11 géneros y 8 familias (Figura 7.19), los cuales están representados por árboles (100 %), donde se evidenció cobertura vegetal de hábito herbáceo y arbustivo en los estratos inferiores dominados principalmente por especies de *Cordia lutea*, *Prosopis pallida*, *Lantana* sp.1 y *Verbena* sp.1.

Entre las especies que destacan está *Cordia lutea* «overo» y *Bursera graveolens* «palo santo», seguidas de *Prosopis pallida* «algarrobo», *Caesalpinia paipai* «Charán negro», *Coccoloba ruiziana* «añalque». Además de *Loxopterygium huasango* «hualtaco», *Mimosa acantholoba* y *Parkinsonia aculeata* «palo verde» entre otras que se detallan en el Anexo 7.

Asimismo, en la Figura 7.20, el análisis de los percentiles (5 % y 95 %) evidencia como varían las abundancias de las especies más representativas en las 25 subparcelas (10x10 m) de cada parcela (FL5, FL6, FL7 y FL8) donde, las especies *Cordia lutea* y *Bursera graveolens* están bien representadas en todas las subparcelas, principalmente *Cordia lutea* donde al menos en el 50 % de las subparcelas tiene 1 individuo. Sin embargo, en la parcela FL8 también se evidenció a la especie *Caesalpinia paipai* «Charán negro» en el percentil 75 al menos con 2 especies. Asimismo, las parcelas FL5 y FL8 presentaron individuos de la especie *Prosopis pallida* de forma dispersa (outlayers) como se evidencia en la Figura 7.20.

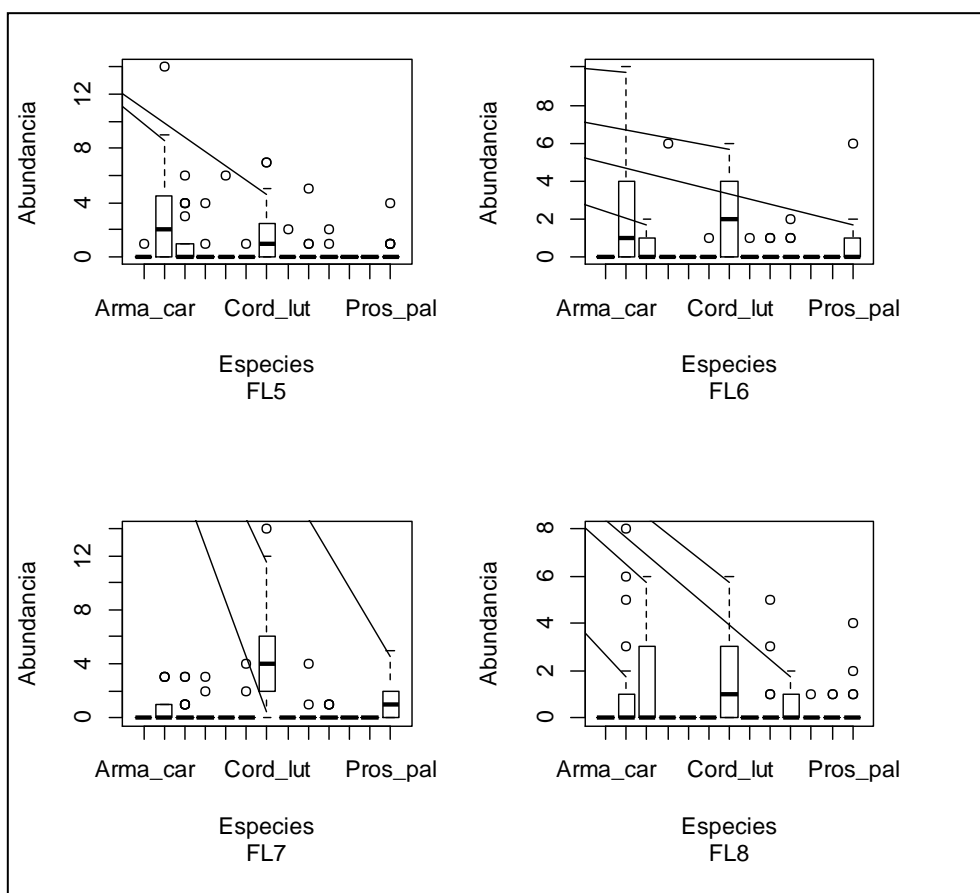


Figura 7.20. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de las especies para las parcelas FL1, FL2, FL3 y FL4

c. Plataforma Cardo 2X

La plataforma Cardo 2X, está ubicada en la unidad de vegetación Bosque seco ralo de colinas «Bsr-c», que también incluye parte al ecosistema conocido como «Bosque estacionalmente seco». Los resultados de la evaluación en las 4 parcelas permanentes (FL9, FL10, FL11 y FL12), se detallan en la Figura 7.21.

La composición de árboles mayores o iguales a 5 cm de diámetro de las 4 parcelas de 0,25 ha cada una, y en base a la evaluación de 726 individuos, está distribuida taxonómicamente en 10 especies, 9 géneros y 7 familias (Figura 7.21), los cuales están representados por árboles (100 %) donde se evidenció cobertura vegetal de hábito herbáceo y arbustivo en los estratos inferiores dominados principalmente por especies de *Cordia lutea*, *Solanum acerifolium*, *Maytenus octogona*, *Lantana* sp.1 y *Verbena* sp.1.

Entre las especies que destacan están *Cordia lutea* «overo» *Prosopis pallida* «algarrobo» y especies como *Bursera graveolens* «palo santo», *Caesalpinia paipai* «Charán negro» y *Coccoloba ruiziana* «añalque», entre otras que se detallan en el Anexo 7.

Asimismo, en la Figura 7.22, el análisis de los percentiles (5 % y 95 %) evidenció como varían las abundancias de las especies más representativas en las 25 subparcelas (10x10 m) de cada parcela (FL9, FL10, FL11 y FL12) donde, las especies *Cordia lutea* y *Prosopis pallida* están bien representadas en todas las subparcelas, principalmente *Cordia lutea* donde al menos el 50 % de las subparcelas tiene más de 4 individuos. Sin embargo, se



registró a la especie *Prosopis pallida* en el percentil 75 con más de 2 individuos para la parcela FL9, mientras que, en las parcelas FL10, FL11 y FL12 se registró en el percentil 75. Es evidente la forma dispersa (outliers) como se evidencia en la Figura 7.22.

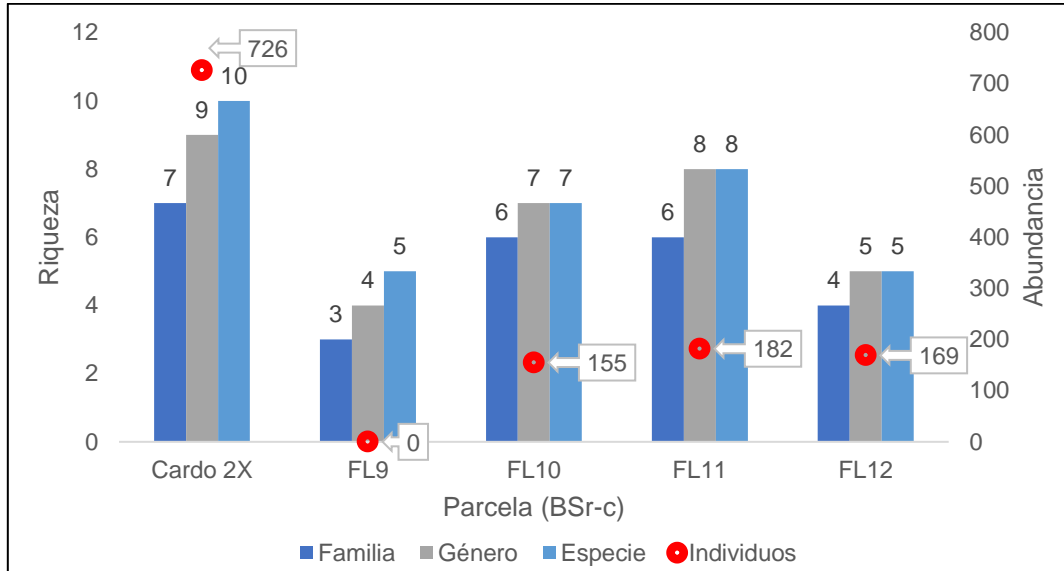


Figura 7.21. Composición y riqueza de flora silvestre evaluado en la plataforma Cardo 2X

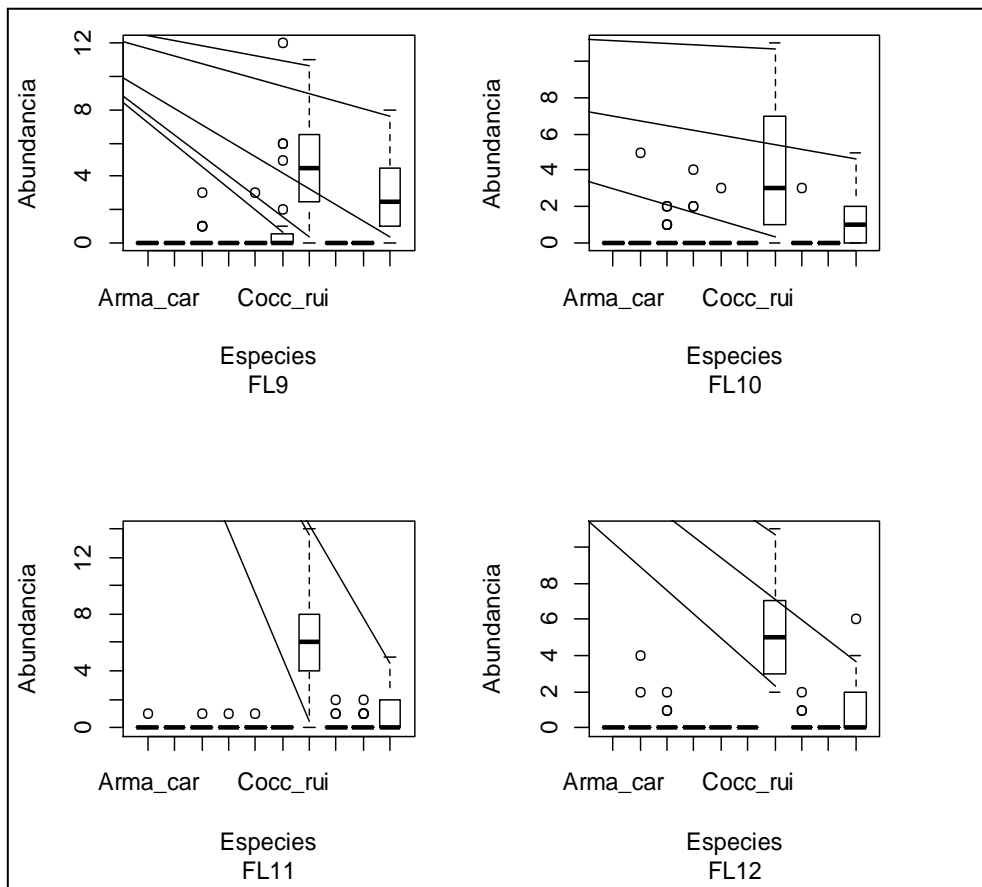


Figura 7.22. Rango intercuartílico y percentiles al 5% y 95% de las especies para las parcelas (FL9, FL10, FL11 y FL12)

d. Plataforma Cope Sur 5X

La plataforma Cope Sur 5X, está ubicada en la unidad de vegetación Bosque seco ralo de colinas «Bsr-c», que también incluye parte al ecosistema conocido como «Bosque estacionalmente seco BTES». Los resultados de la evaluación en las 4 parcelas permanentes (FL13, FL14, FL15 y FL16), se detalla en la Figura 7.23.

La composición de árboles mayores o iguales a 5 cm de diámetro de las 4 parcelas de 0,25 ha cada una, y en base a la evaluación de 637 individuos, está distribuida taxonómicamente en 9 especies, 8 géneros y 6 familias (Figura 7.23), los cuales están representados por árboles (100 %), donde se evidenció cobertura vegetal de hábito herbáceo y arbustivo en los estratos inferiores dominados principalmente por especies de *Cordia lutea*, *Lantana* sp.1 y *Verbena* sp.1.

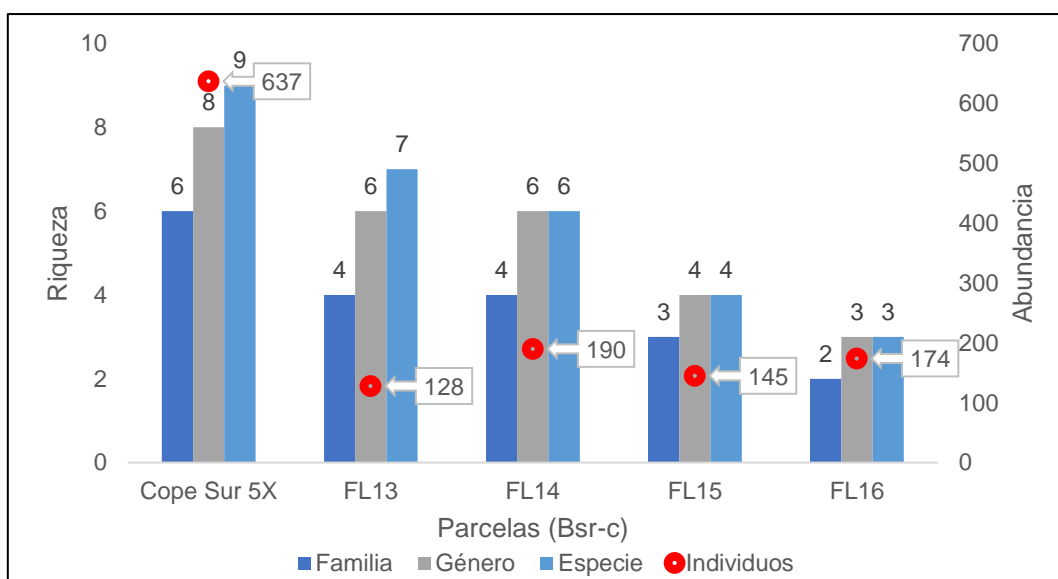


Figura 7.23. Composición y riqueza de flora silvestre evaluado en la plataforma Cope Sur 5X

Entre las especies que destacan esta *Cordia lutea* «overo», *Prosopis pallida* «algarrobo» y especies como *Caesalpinia paipai* «Charán negro», y *Bursera graveolens* «palo santo», entre otras que se detallan en el Anexo 7.

Asimismo, en la Figura 7.24, el análisis de los percentiles (5 % y 95 %) evidenció como varían las abundancias de las especies más representativas en las 25 subparcelas (10x10 m) de cada parcela (FL13, FL14, FL15 y FL16) donde, las especies *Cordia lutea* y *Prosopis pallida* están bien representadas en todas las subparcelas, principalmente *Cordia lutea* donde al menos en el 50 % de las subparcelas tuvo más de 4 individuos. Sin embargo, se registró a la especie *Loxopterygium huasango* «hualtaco» y *Caesalpinia paipai* «Charán negro» en el percentil 75 con al menos un individuo para la parcela FL13, mientras que, en las parcelas FL14, FL15 y FL16 se registraron estas mismas especies de forma dispersa (outlayers) como se evidencia en la Figura 7.24.

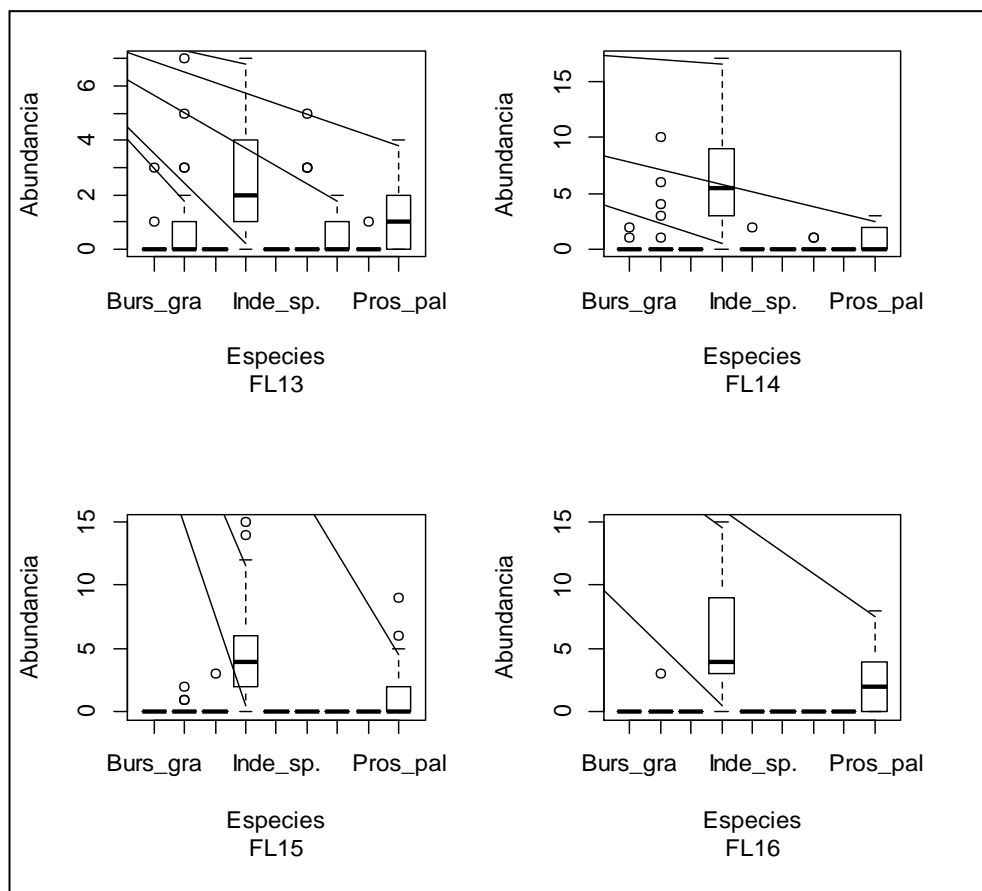


Figura 7.24. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de las especies para las parcelas (FL13, FL14, FL15 y FL16)

e. Plataforma Cope Sur 1X

La plataforma Cope Sur 1X, está ubicada en la unidad de vegetación Bosque seco muy ralo de colinas «Bsmr-c», que también incluye parte al ecosistema conocido como «Bosque estacionalmente seco BTES». Los resultados de la evaluación en las 4 parcelas permanentes (FL17, FL18, FL19 y FL20), se detallan en la Figura 7.25.

La composición de árboles mayores o iguales a 5 cm de diámetro de las 4 parcelas de 0,25 ha cada una, y en base a la evaluación de 526 individuos, está distribuida taxonómicamente en 8 especies, 8 géneros y 7 familias (Figura 7.25), los cuales están representados por árboles (100 %), donde se evidenció cobertura vegetal de hábito herbáceo y arbustivo en los estratos inferiores dominados principalmente por especies de *Cordia lutea*, *Prosopis pallida*, *Bursera graveolens*, y *Verbena* sp.1.

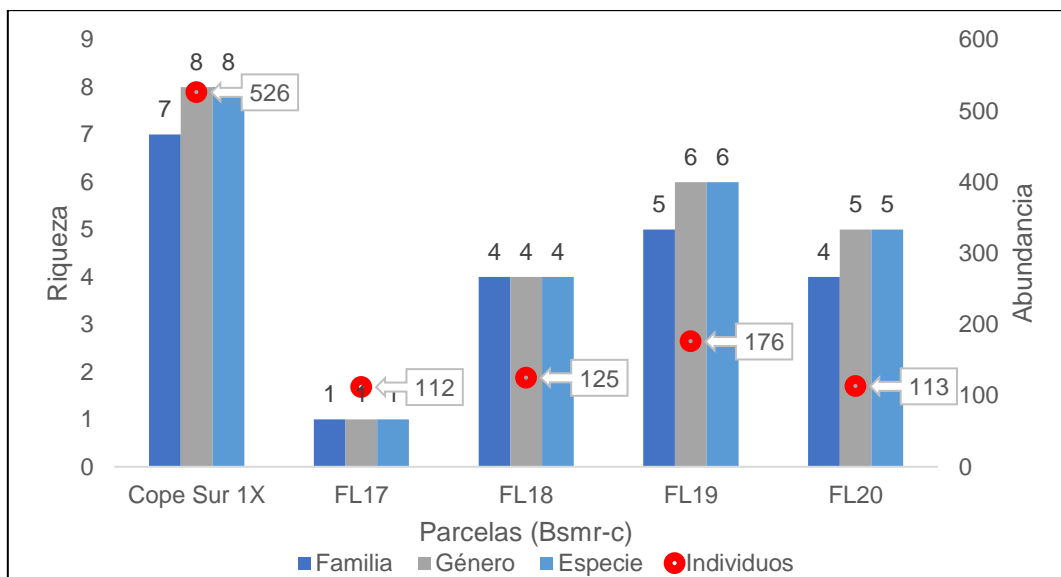


Figura 7.25. Composición y riqueza de flora silvestre evaluado en la plataforma Cope Sur 1X

Entre las especies que destacan esta, *Cordia lutea* «overo» y *Prosopis pallida* «algarrobo» y especies como *Bursera graveolens* «palo santo», además de *Caesalpinia paipai* «Charán negro», y *Coccoloba ruiziana* «añalque» de forma muy dispersa, entre otras que se detallan en el Anexo 7.

Asimismo, en la Figura 7.26, el análisis de los percentiles (5 % y 95 %) evidenció como varían las abundancias de las especies más representativas en las 25 subparcelas (10x10 m) de cada parcela (FL17, FL18, FL19 y FL20) donde, la especie *Cordia lutea* están bien representada en todas las parcelas donde al menos el 50 % de las subparcelas tiene más de 4 individuos. Sin embargo, se registró a la especie *Prosopis pallida* en el percentil 75 con más de 2 individuos para la parcela FL20, mientras que, las parcelas FL17, FL18 y FL19 registraron a *Prosopis pallida* «algarrobo» de forma dispersa (outlayers) como se evidencia en la Figura 7.26 entre otras especies.

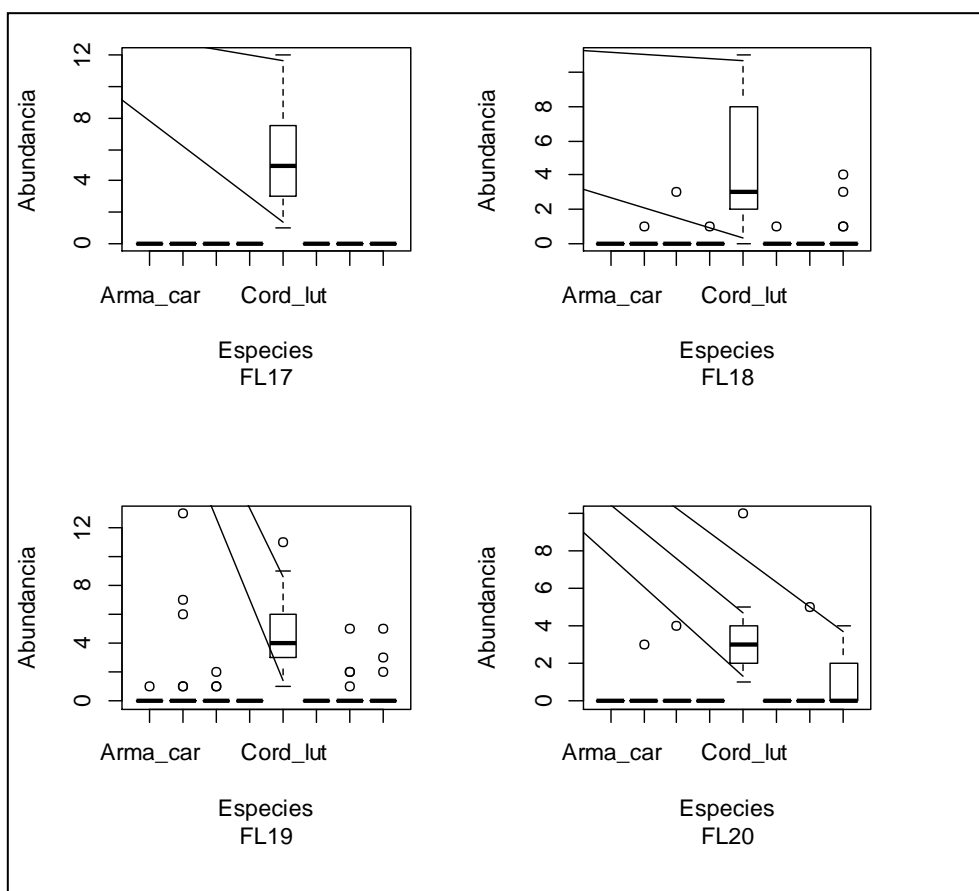


Figura 7.26. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de las especies para las parcelas (FL17, FL18, FL19 y FL20)

7.3.1.2. Clasificación de coberturas

a. Plataforma Piedra candela 3X

Resultado del procesamiento fotogramétrico de un total de 1485 fotografías procesadas por levantamiento fotogramétrico de tipo grilla simple, se pudo abarcar un área total de 32,2 ha y se obtuvo un ortomosaico con una resolución de espacial de 1,72 cm/pixel.

Por los resultados obtenidos, el ortomosaico representa una amplia vista actualizada del relieve superficial, con el detalle del estado actual del uso del suelo en la zona evaluada y alrededores de la plataforma Piedra candela 3X, considerando la superficie cubierta por la fotogrametría y su intersección con el límite definido para la zona de evaluación. De la clasificación de coberturas se tiene que de un total de 17,5 ha el 0,41 % representa trochas, el 2,48 % área industrial, el 3,44 % quebrada, el 3,71 % suelo descubierto, 21,75 % hierba, el 22,30 % arbusto y el 45,92 % árbol.

En la Figura 7.27 a la izquierda se muestra el ortomosaico del relieve superficial actual en la plataforma Piedra candela 3X, como resultado del procesamiento fotogramétrico, y a la derecha se muestra la clasificación de coberturas del área evaluada para la plataforma Piedra candela 3X.

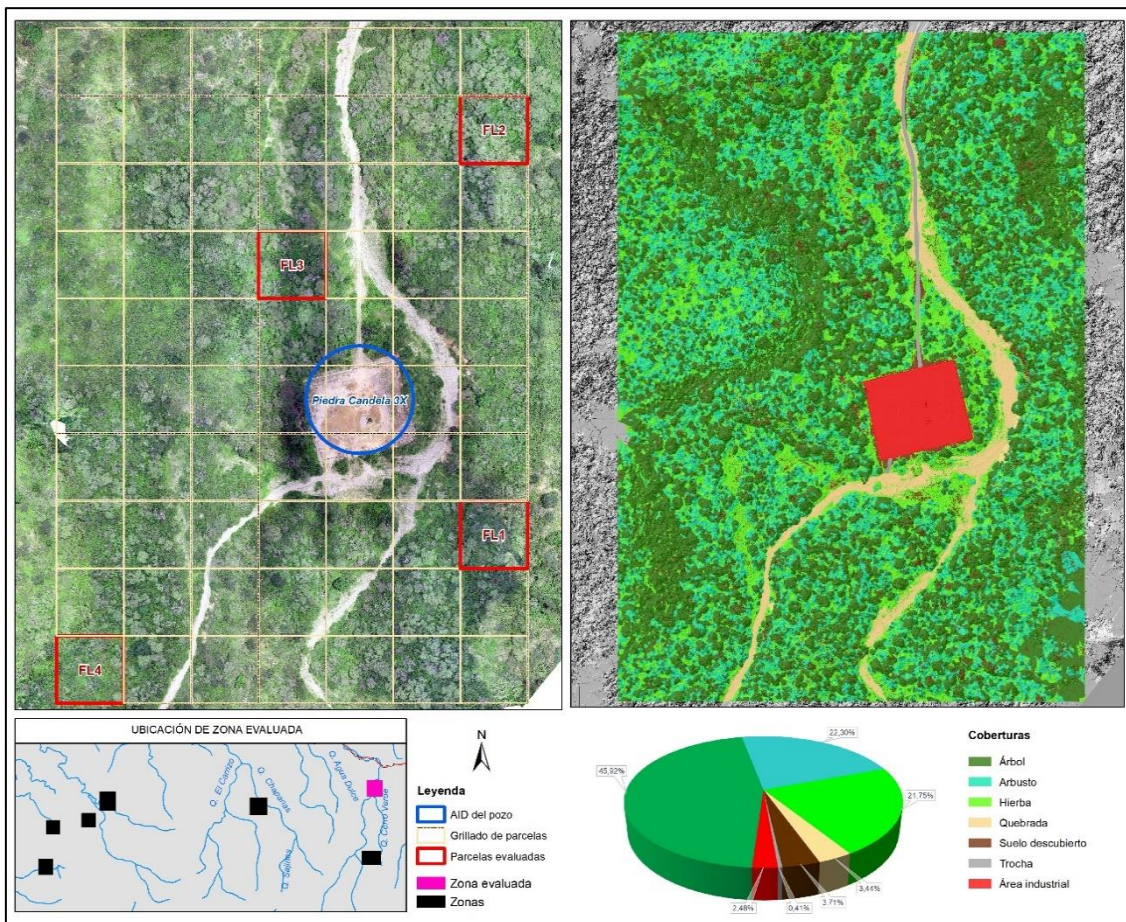


Figura 7.27. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la plataforma Piedra candela 3X

b. Zona Blanco «Blanco-1»

Resultado del procesamiento fotogramétrico de un total de 1144 fotografías procesadas por levantamiento fotogramétrico de tipo grilla simple, se pudo abarcar un área total de 29,3 ha y se obtuvo un ortomosaico con una resolución de espacial de 1,99 cm/píxel.

Por los resultados obtenidos, el ortomosaico representa una amplia vista actualizada del relieve superficial, con el detalle del estado actual del uso del suelo en la zona evaluada y alrededores del Blanco-1, considerando la superficie cubierta por la fotogrametría y su intersección con el límite definido para la zona de evaluación. De la clasificación de coberturas se tiene que de un total de 24,8 ha el 0,31 % representa quebrada, el 3,75 % suelo descubierto, 18,64 % hierba, el 15,35 % arbusto y el 61,94 % árbol.

En la Figura 7.28 a la izquierda se muestra el ortomosaico del relieve superficial actual en la zona blanco Blanco-1, como resultado del procesamiento fotogramétrico, y a la derecha se muestra la clasificación de coberturas del área evaluada para la zona blanco Blanco-1.

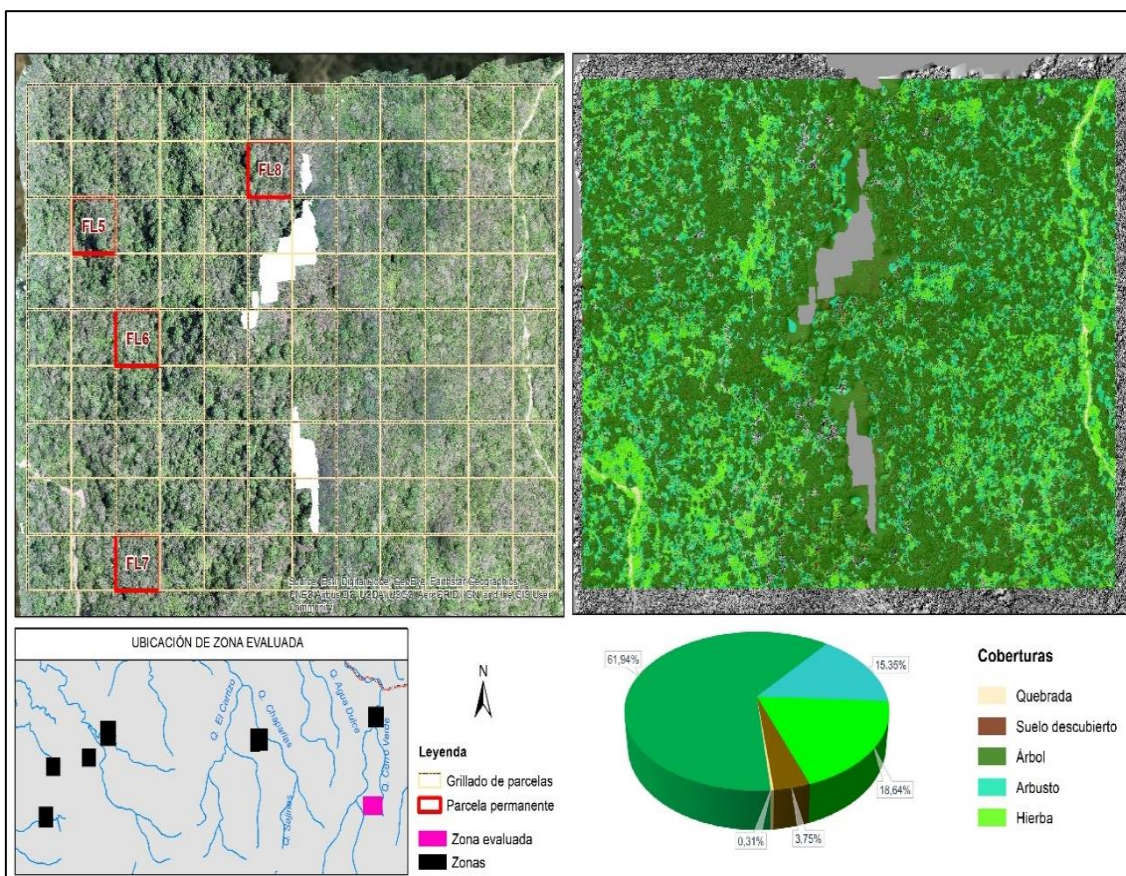


Figura 7.28. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la zona blanco Blanco-1

c. Plataforma Cardo 2X

Resultado del procesamiento fotogramétrico de un total de 1710 fotografías procesadas por levantamiento fotogramétrico de tipo grilla simple, se pudo abarcar un área total de 43,0 ha y se obtuvo un ortomosaico con una resolución de espacial de 1,88 cm/pixel.

Por los resultados obtenidos, el ortomosaico representa una amplia vista actualizada del relieve superficial, con el detalle del estado actual del uso del suelo en la zona evaluada y alrededores de la plataforma Cardo 2X, considerando la superficie cubierta por la fotogrametría y su intersección con el límite definido para la zona de evaluación. De la clasificación de coberturas se tiene que de un total de 27,0 ha el 0,38 % representa trochas, el 1,63 % área industrial, el 2,10 % quebrada, el 33,89 % suelo descubierto, 30,17 % hierba, el 13,42 % arbusto y el 18,41 % árbol.

En la Figura 7.29 a la izquierda se muestra el ortomosaico del relieve superficial actual en la plataforma Cardo 2X, como resultado del procesamiento fotogramétrico, y a la derecha se muestra la clasificación de coberturas del área evaluada para la plataforma Cardo 2X.

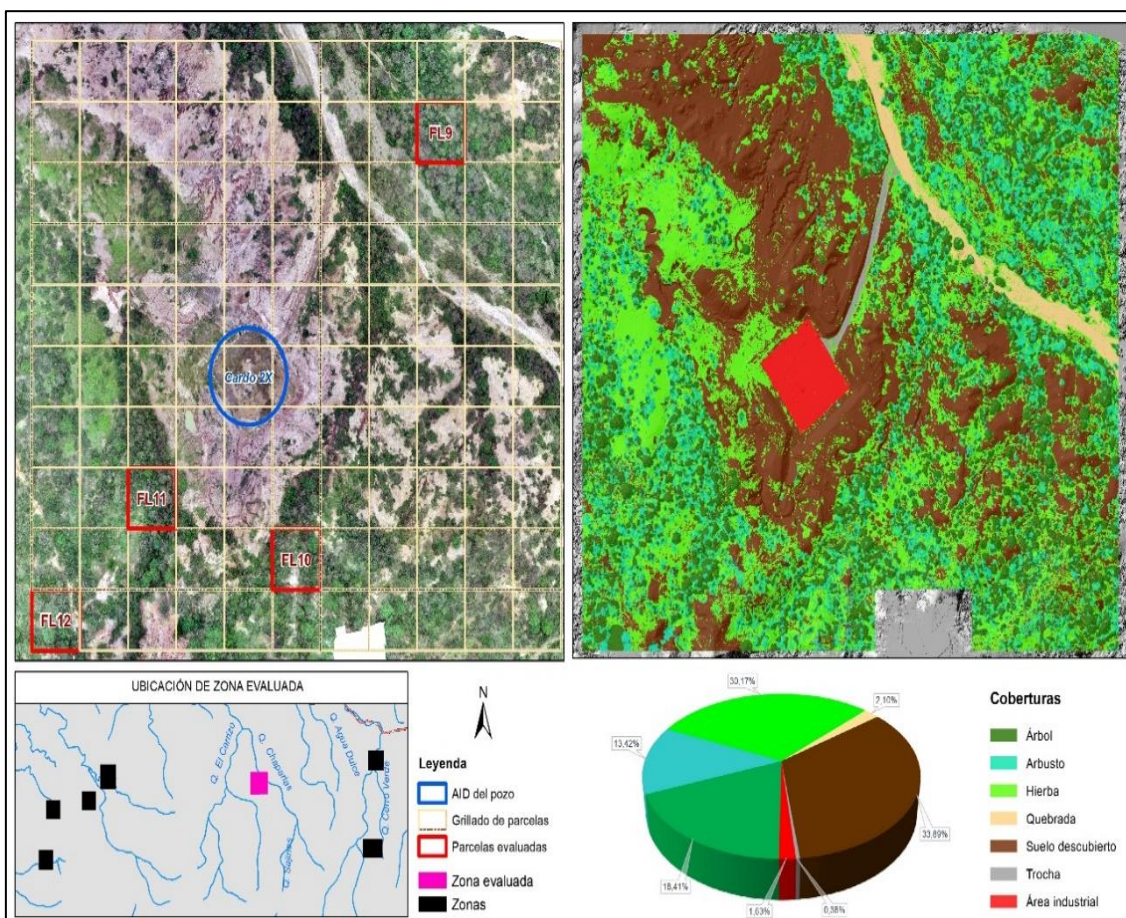


Figura 7.29. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la plataforma Cardo 2X

d. Plataforma Cope Sur 5X

Resultado del procesamiento fotogramétrico de un total de 1100 fotografías procesadas por vuelo fotogramétrico de tipo grilla simple, se pudo abarcar un área total de 35,4 ha y se obtuvo un ortomosaico con una resolución de espacial de 1,55 cm/píxel.

Por los resultados obtenidos, el ortomosaico representa una amplia vista actualizada del relieve superficial, con el detalle del estado actual del uso del suelo en la zona evaluada y alrededores de la plataforma Cope Sur 5X, considerando la superficie cubierta por la fotogrametría y su intersección con el límite definido para la zona de evaluación. De la clasificación de coberturas se tiene que de un total de 27,4 ha el 2,87 % representa trochas, el 2,07 % área industrial, el 2,30 % quebrada, el 31,17 % suelo descubierto, 0,54 % espejo de agua, 27,83 % hierba, el 16,52 % arbusto y el 16,70 % árbol.

En la Figura 7.30 a la izquierda se muestra el ortomosaico del relieve superficial actual en la plataforma Cope Sur 5X, como resultado del procesamiento fotogramétrico, y a la derecha se muestra la clasificación de coberturas del área evaluada para la plataforma Cope Sur 5X.

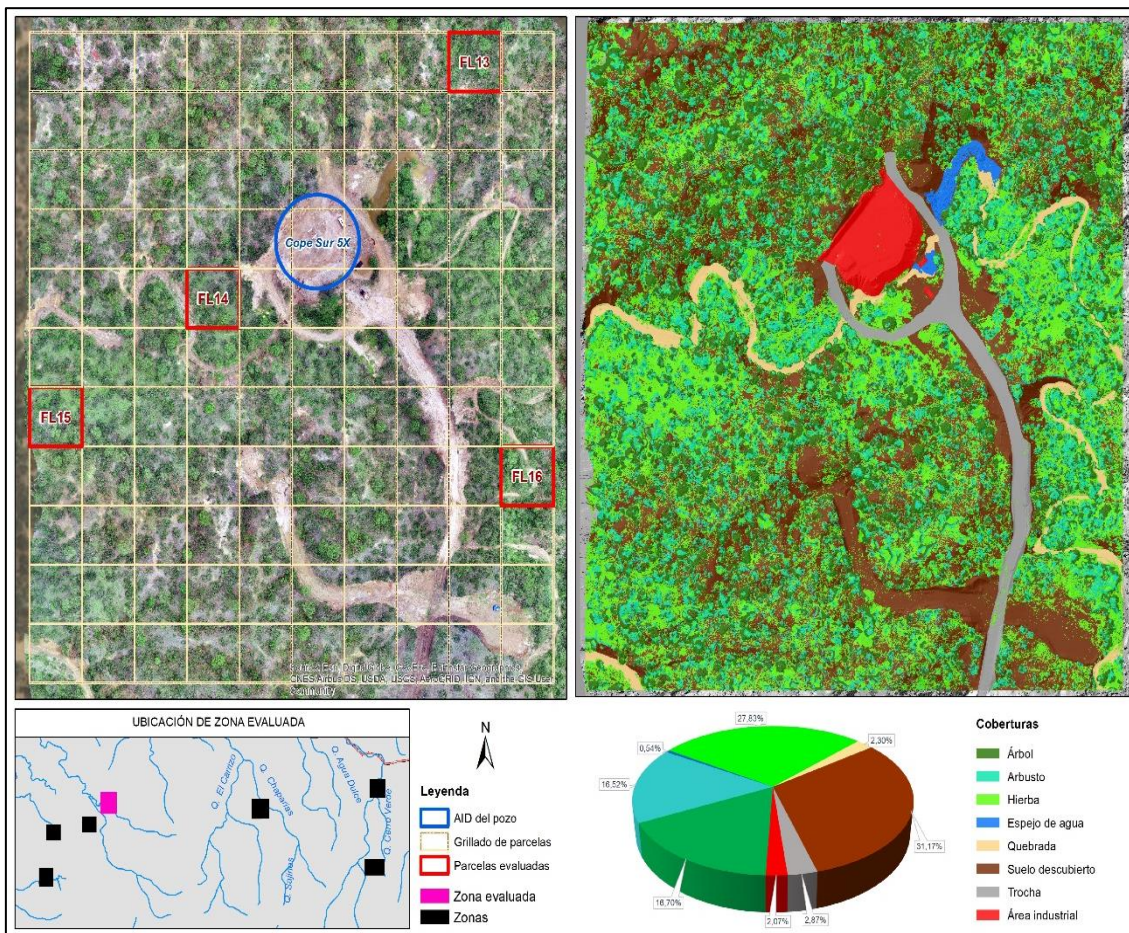


Figura 7.30. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la plataforma Cope Sur 5X

e. Plataforma Cope Sur 1X

Resultado del procesamiento fotogramétrico de un total de 1574 fotografías procesadas por vuelo fotogramétrico de tipo grilla simple, se pudo abarcar un área total de 28,1 ha y se obtuvo un ortomosaico con una resolución de espacial de 1,33 cm/píxel.

Por los resultados obtenidos, el ortomosaico representa una amplia vista actualizada del relieve superficial, con el detalle del estado actual del uso del suelo en la zona evaluada y alrededores de la plataforma Cope Sur 1X, considerando la superficie cubierta por la fotogrametría y su intersección con el límite definido para la zona de evaluación. De la clasificación de coberturas se tiene que de un total de 20,2 ha el 0,18 % representa trochas, el 48,91 % suelo descubierto, 25,20 % hierba, el 13,50 % arbusto y el 12,21 % árbol.

En la Figura 7.31 a la izquierda se muestra el ortomosaico del relieve superficial actual en la plataforma Cope Sur 1X, como resultado del procesamiento fotogramétrico, y a la derecha se muestra la clasificación de coberturas del área evaluada para la plataforma Cope Sur 1X.

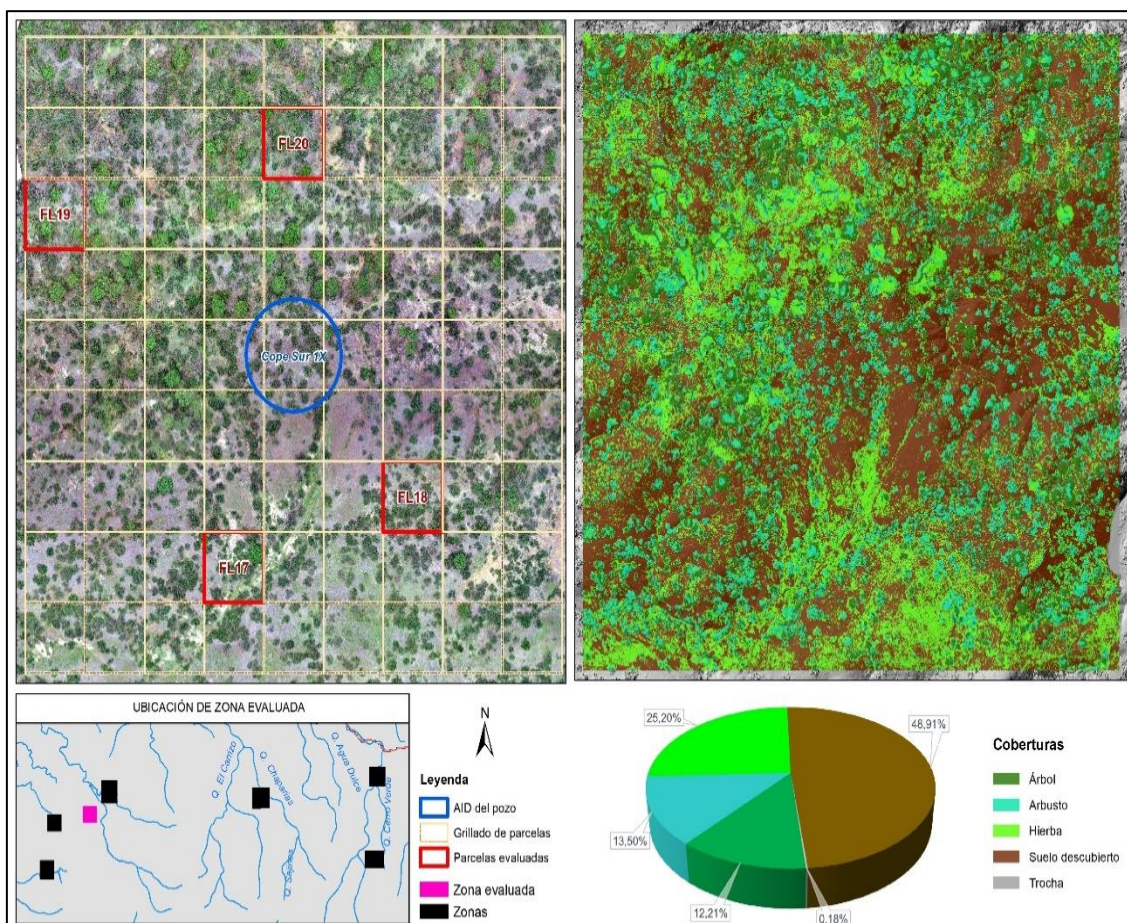


Figura 7.31. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la plataforma Cope Sur 1X.

f. Zona Blanco «Blanco-2»

Resultado del procesamiento fotogramétrico de un total de 2773 fotografías procesadas por vuelo fotogramétrico de tipo grilla simple, se pudo abarcar un área total de 26,8 ha y se obtuvo un ortomosaico con una resolución de espacial de 1,58 cm/píxel.

Por los resultados obtenidos, el ortomosaico representa una amplia vista actualizada del relieve superficial, con el detalle del estado actual del uso del suelo en la zona evaluada y alrededores del Blanco-2, considerando la superficie cubierta por la fotogrametría y su intersección con el límite definido para la zona de evaluación. De la clasificación de coberturas se tiene que de un total de 20,2 ha el 0,83 % representa quebrada, el 35,62 % suelo descubierto, 38,22 % hierba, el 15,56 % arbusto y el 9,78 % árbol.

En la Figura 7.32 a la izquierda se muestra el ortomosaico del relieve superficial actual en la zona blanco Blanco-2, como resultado del procesamiento fotogramétrico, y a la derecha se muestra la clasificación de coberturas del área evaluada para el Blanco-2.

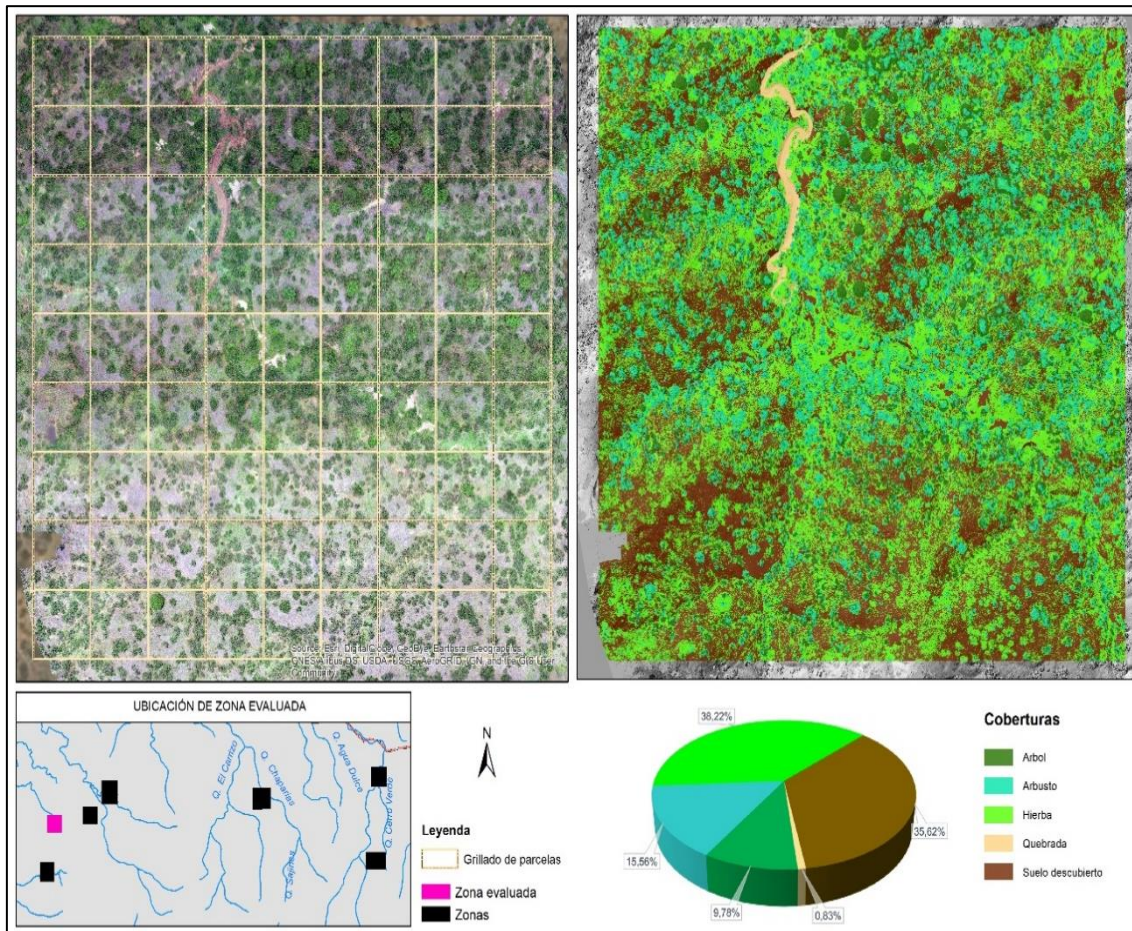


Figura 7.32. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la zona blanco Blanco-2

g. Plataforma Caracol 1X

Resultado del procesamiento fotogramétrico de un total de 999 fotografías procesadas por vuelo fotogramétrico de tipo grilla simple, se pudo abarcar un área total de 26,8 ha y se obtuvo un ortomosaico con una resolución de espacial de 1,58 cm/píxel.

Por los resultados obtenidos, el ortomosaico representa una amplia vista actualizada del relieve superficial, con el detalle del estado actual del uso del suelo en la zona evaluada y alrededores de la plataforma Caracol 1X, considerando la superficie cubierta por la fotogrametría y su intersección con el límite definido para la zona de evaluación. De la clasificación de coberturas se tiene que de un total de 20,7 ha el 1,08 % representa trochas, el 0,87 % área industrial, el 1,88 % quebrada, el 39,45 % suelo descubierto, 51,62 % hierba, el 2,27 % arbusto y el 2,83 % árbol.

En la Figura 7.33 a la izquierda se muestra el ortomosaico del relieve superficial actual en la plataforma Caracol 1X, como resultado del procesamiento fotogramétrico, y a la derecha se muestra la clasificación de coberturas del área evaluada para la plataforma Caracol 1X.

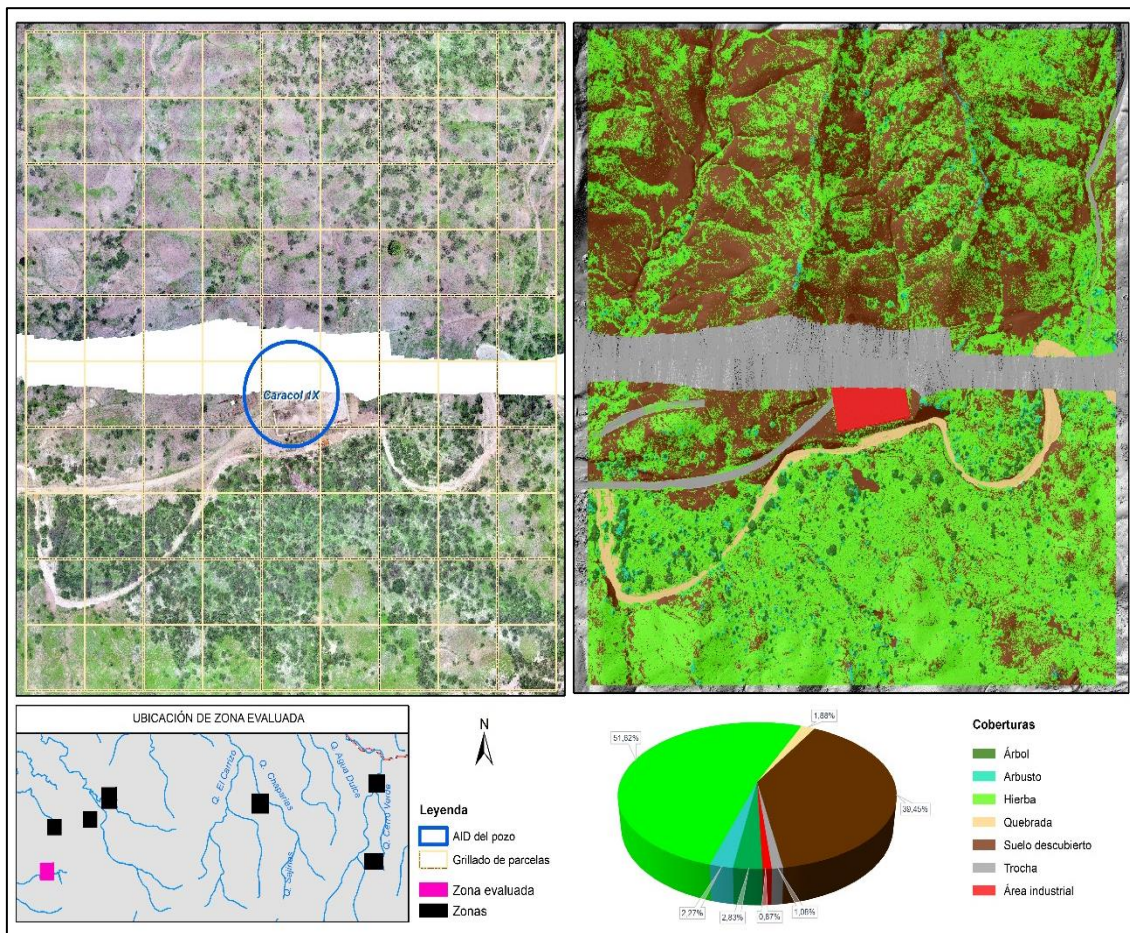


Figura 7.33. Clasificación de coberturas del área cubierta por fotogrametría en la plataforma Caracol 1X

7.3.1.3. Estructura arbórea en parcelas permanentes

En los perfiles o estructura horizontal y vertical, tomando referencia los diámetros y alturas de los árboles se evidenció patrones típicos en la dinámica de los bosques secos. En ese sentido, el análisis de los resultados relacionados a la estructura horizontal (clases diámétricas) y vertical (clases de altura), se muestran en las Figuras 7.34 y 7.35.

a. Estructura horizontal (clase diámétrica)

En relación con la distribución diámétrica «estructura horizontal» en la evaluación de las 20 parcelas en las 4 plataformas y la zona blanco, se observa una tendencia clásica de curva en la forma típica de «J» invertida (Figura 7.34). Donde las primeras clases diámétricas (≥ 5 y $< 7,5$ cm) corresponden a la clase más abundante respectivamente.

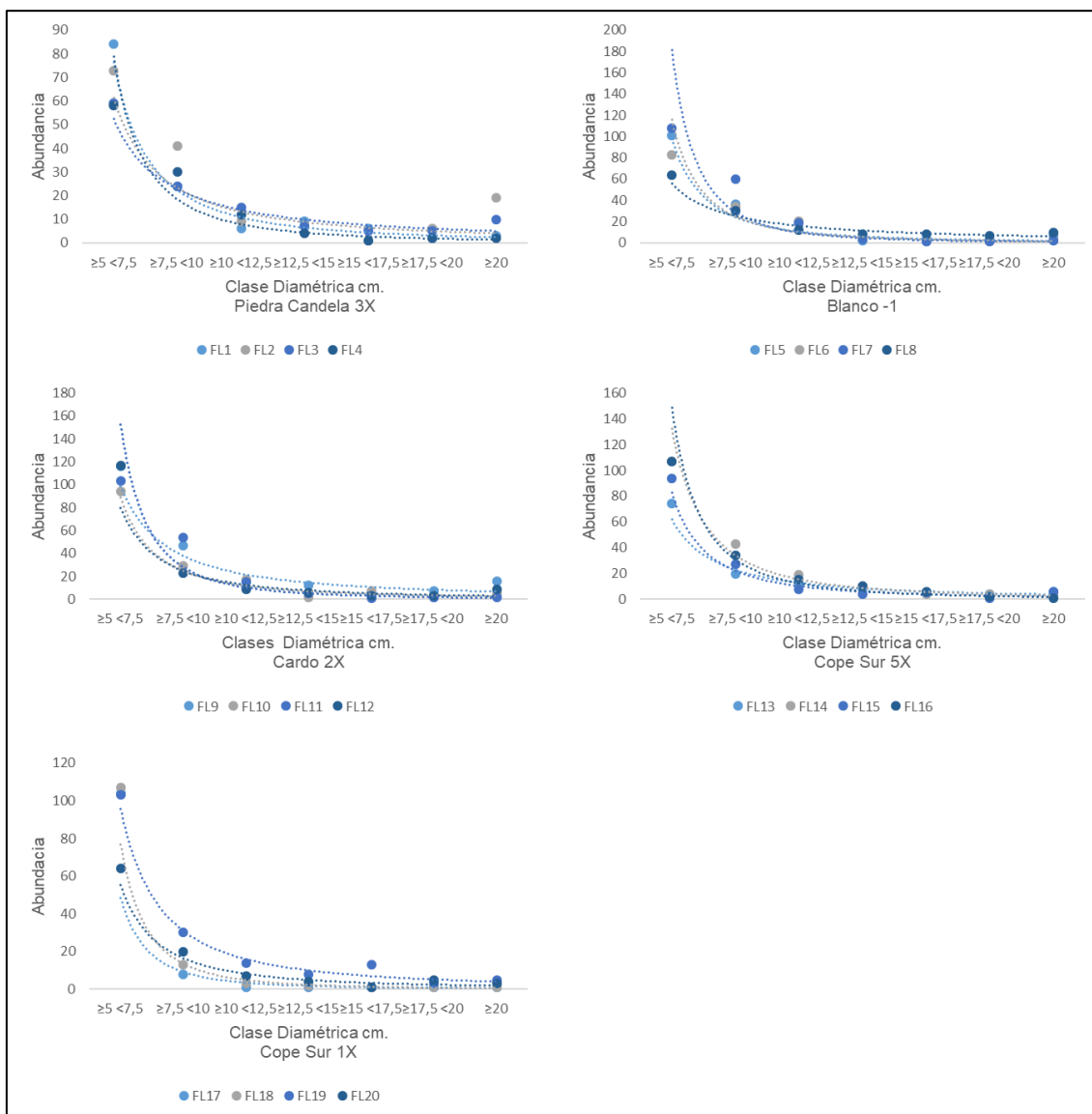


Figura 7.34. Estructura horizontal (clases diamétricas) de las 5 zonas (4 plataformas y una zona blanco)

b. Estructura vertical (clase de alturas)

La distribución por clase de alturas (estructura vertical) en las plataformas evaluadas, mostraron un patrón similar, donde la clase $\geq 2,5$ y < 5 metros de altura y ≥ 5 y $< 7,5$, fueron los individuos más abundantes, con más de 200 individuos cada uno, donde la especie *Cordia lutea* «overo» formaría parte importante de la estructura arbórea, del mismo modo *Prosopis pallida* «algarrobo». Asimismo, los árboles de la clase de altura ≥ 15 y 20 metros, corresponden a la especie *Loxopterygium huasango* «hualtaco», considerados árboles emergentes para este tipo de ecosistemas (Figura 7.35).

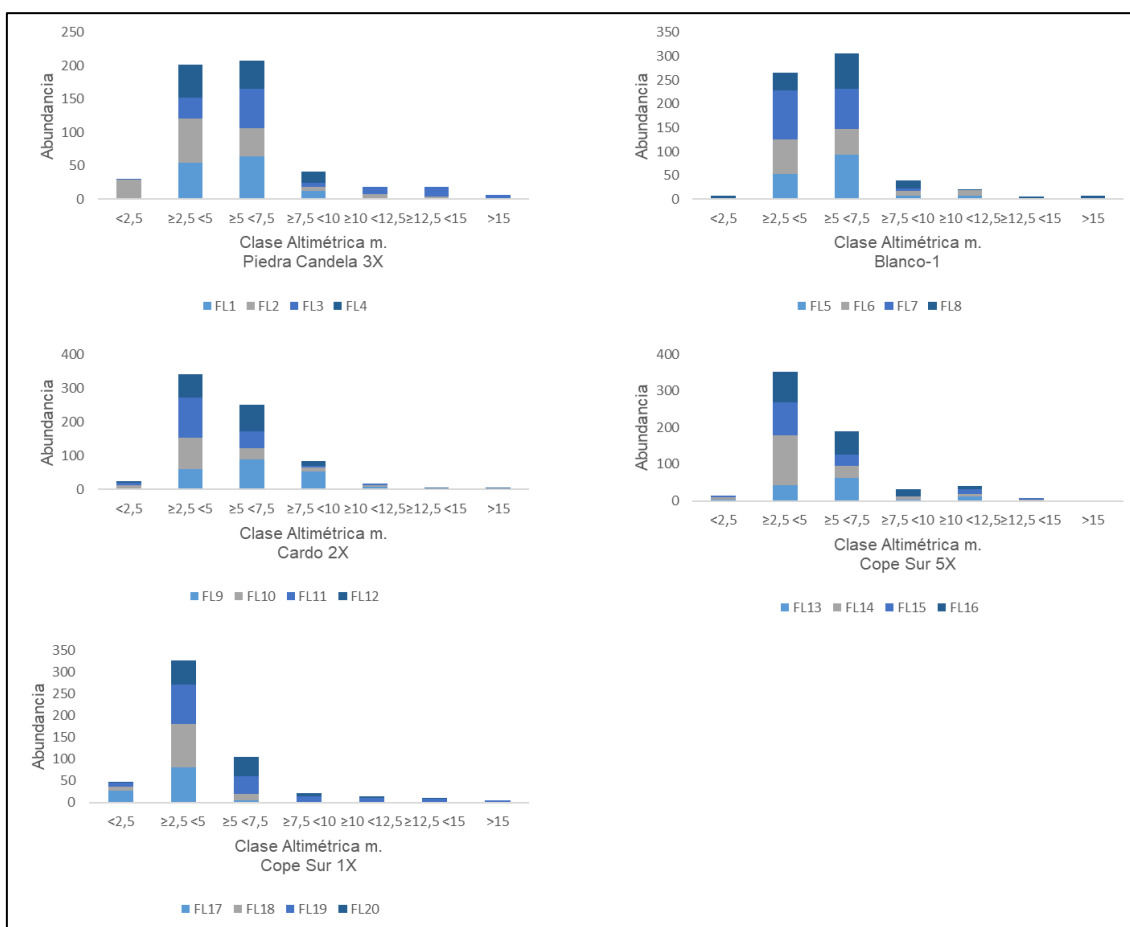


Figura 7.35. Estructura vertical (clase de alturas) – flora silvestre en las plataformas

7.3.1.4. Índice de valor de importancia (IVI)

La importancia ecológica relativa de las especies arbóreas determinadas en las 20 parcelas de las 4 plataformas y zona Blanco-1, fue analizada mediante el cálculo del índice de valor de importancia (IVI). En consecuencia, las especies arbóreas más importantes de la comunidad vegetal evaluada en cada parcela se presentan en las Figuras 7.36, 7.37 y 7.38. Para mayor detalle, la información completa del IVI se detalla en el Anexo 7.

a. Plataforma Piedra Candela 3X y Blanco-1 (IVI)

Las especies ecológicamente más importantes para las parcelas de las plataformas Piedra Candela 3X y Blanco-1 fueron especies típicas de bosques secos, que corresponde a la unidad de vegetación Bosque seco semidenso de colinas. Asimismo, es importante resaltar que, cada parcela evaluada tiene características estructurales distintas, por ende, cada parcela registra especies únicas en su composición, como se evidencia con la presencia y dominancia de las especies *Cordia lutea* «overo» y *Prosopis pallida* «algarrobo».

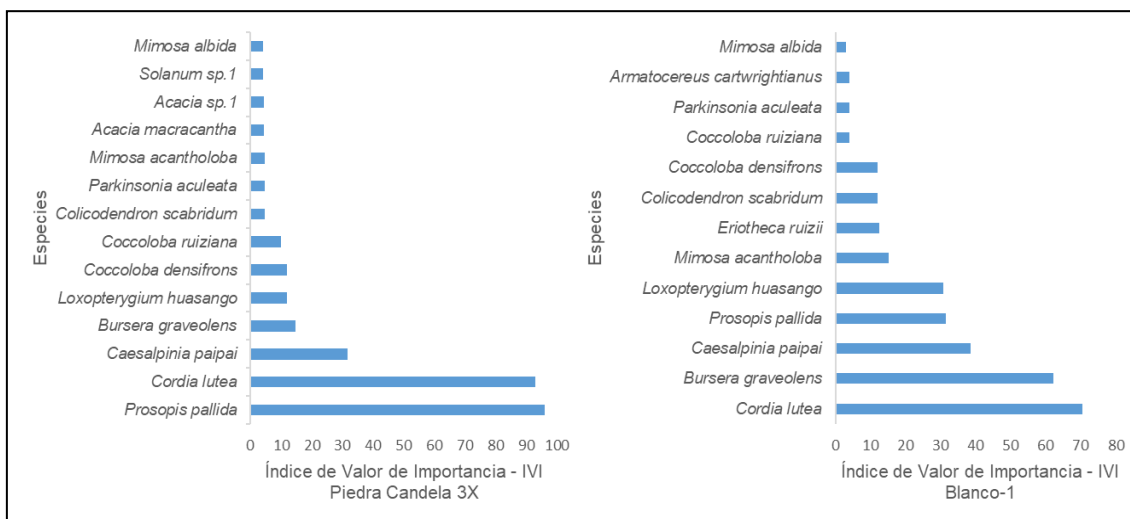


Figura 7.36. Índice de Valor de Importancia IVI evaluados en las plataformas Piedra Candela 3X y Blanco-1

Asimismo, el IVI para la zona Blanco-1 registra las especies más importantes cuando el ecosistema no es alterado, lo cual sirve como referencia para la plataforma Piedra Candela 3X, coincidiendo en la presencia e importancia de las especies *Cordia lutea*, *Bursera graveolens*, *Prosopis pallida* y *Caesalpinia paipai* entre otras (Figura 7.36).

b. Plataformas Cardo 2X y Cope Sur 5X

De acuerdo con la Figura 7.37 y teniendo en cuenta que el IVI revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal, los resultados muestran que este es el mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente, ya que muestra el contraste entre las especies ecológicamente más importantes de los diferentes tipos de bosque.

Es así que, en las plataformas Cardo 2X y Cope Sur 5X las especies arbóreas más importantes también registra a: *Cordia lutea*, *Prosopis pallida*, *Caesalpinia paipai*, *Loxopterygium huasango* y *Bursera graveolens* entre otras especies detalladas en la Figura 7.37, todas ellas típicas de bosques estacionalmente secos y correspondiente a la unidad de vegetación Bosque seco ralo de colinas.

Asimismo, ambas plataformas registraron una composición distinta de especies en sus parcelas, principalmente en el orden de importancia ecológica (Figura 7.37), además de las especies que no comparten; como por ejemplo: *Armatocereus cartwrightianus* «cardo» y *Capparis ovalifolia* que solo registró para las parcelas en la plataforma Cardo 2X entre otras, debido principalmente a que estos bosques son, fragmentos (ralos) de bosques primarios rodeados por otros fragmentos de bosques dispersos.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

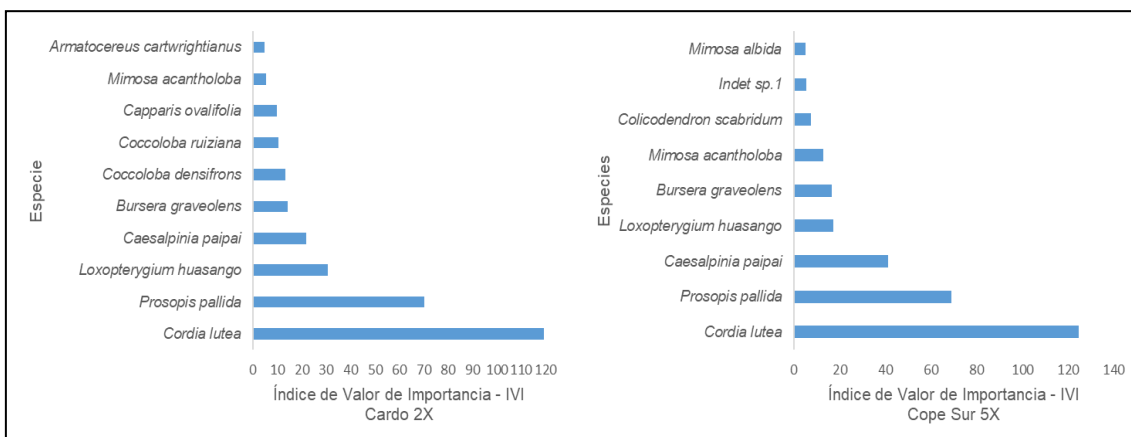


Figura 7.37. Índice de Valor de Importancia IVI evaluados en las plataformas Cardo 2X y Cope Sur 5X

c. Plataforma Cope Sur 1X

Los resultados según el IVI mostrados en la Figura 7.38, para la plataforma Cope Sur 1X, evidenciaron que la importancia ecológica entre las especies arbóreas presentes es considerable, debido principalmente a que la especie *Cordia lutea* «overo» es la más abundante, tal cual sucede en las demás plataformas. Sin embargo, las especies *Bursera graveolens* «palo santo», *Prosopis pallida* «algarrobo» y *Loxopterygium huasango* «hualtaco» están presentes de forma dispersa, tal cual señala la característica de los Bosques secos muy ralos de colinas.

Asimismo, es importante recalcar que, la selección de las áreas para la evaluación de flora silvestre en la plataforma Cope Sur 1X, fueron en base al grillado del área de estudio, considerando las áreas con mayor cobertura vegetal y que estas presentan diferencias estructurales a entre sí a simple vista. El detalle de la composición de especies en Anexo 7.

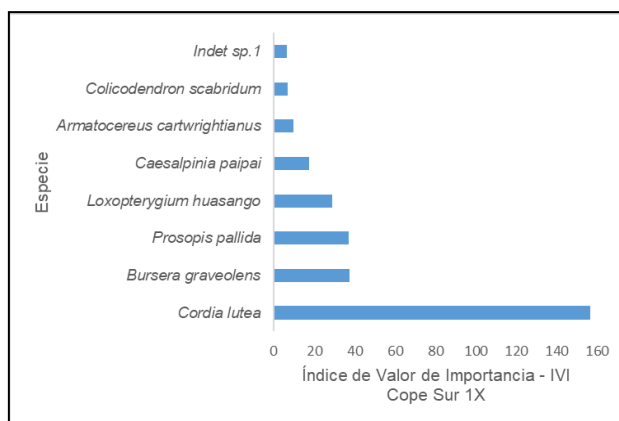


Figura 7.38. Índice de Valor de Importancia IVI evaluados en la Plataforma Cope Sur 1X

7.3.1.5. Biomasa aérea y captura de carbono (Mg/ha)

Adicionalmente a la evaluación de la composición y estructura de la flora arbórea, se estimó la Biomasa aérea (Mg/ha) almacenada en las 20 parcelas evaluadas, todas ellas correspondiente al área de influencia de la cuenca Bocapán e intercuenca 13939. En ese sentido, la estimación de la misma se presenta en la Figura 7.39

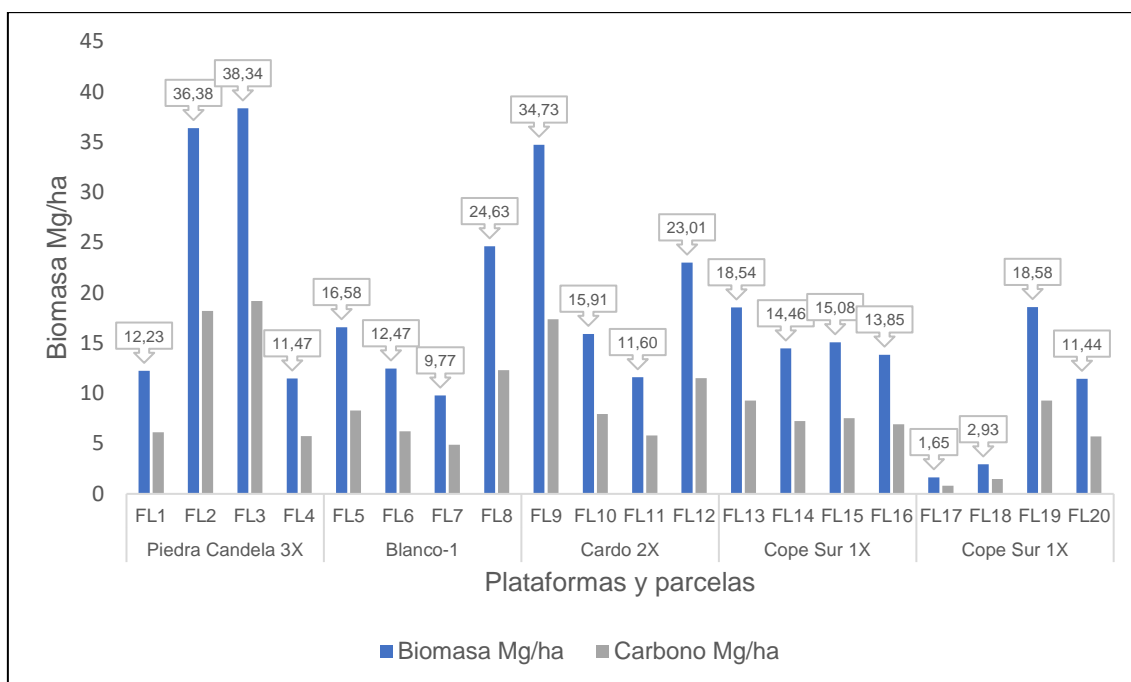


Figura 7.39. Biomasa y captura de carbono estimada en las parcelas de las plataformas

La estimación de biomasa en las parcelas permanentes de las 4 plataformas, incluida la zona blanco (Blanco-1) muestra resultados variables. Donde, las parcelas de las plataformas Piedra Candela 3X y Blanco-1 representan a la vegetación homogénea del área de estudio (Bosque seco semidenso de colinas). No obstante, presenta pequeñas zonas con menor cobertura vegetal (FL4, FL9 y FL7), las cuales están relacionadas directamente con los resultados de la estimación de biomasa Figura 7.39. Sin embargo, es importante mencionar que las estimaciones de biomasa que registran picos altos, a consecuencia de la presencia de árboles de gran diámetro y altura, y viceversa.

Asimismo, las estimaciones de biomasa para las parcelas en las plataformas Cardo 2X y Cope Sur 5X representan a la vegetación denominada Bosque seco ralo de colinas (fragmentos de bosque ralo), sin embargo, las estimaciones registraron valores similares a la zona blanco, debido principalmente a que la selección de zonas para la evaluación, consideró áreas que represente visualmente buena cobertura vegetal según el grillado elaborado. Mientras que, las estimaciones para las parcelas en la plataforma Cope Sur 1X, ubicados en los fragmentos de bosque seco muy ralo de colinas, precisa valores extremos bajos y extremos altos (FL17 y FL19), mostrando así la característica del bosque, para este caso muy ralo. No obstante, es importante señalar que las estimaciones en las 20 parcelas, considera individuos ≥ 5 cm de diámetro.

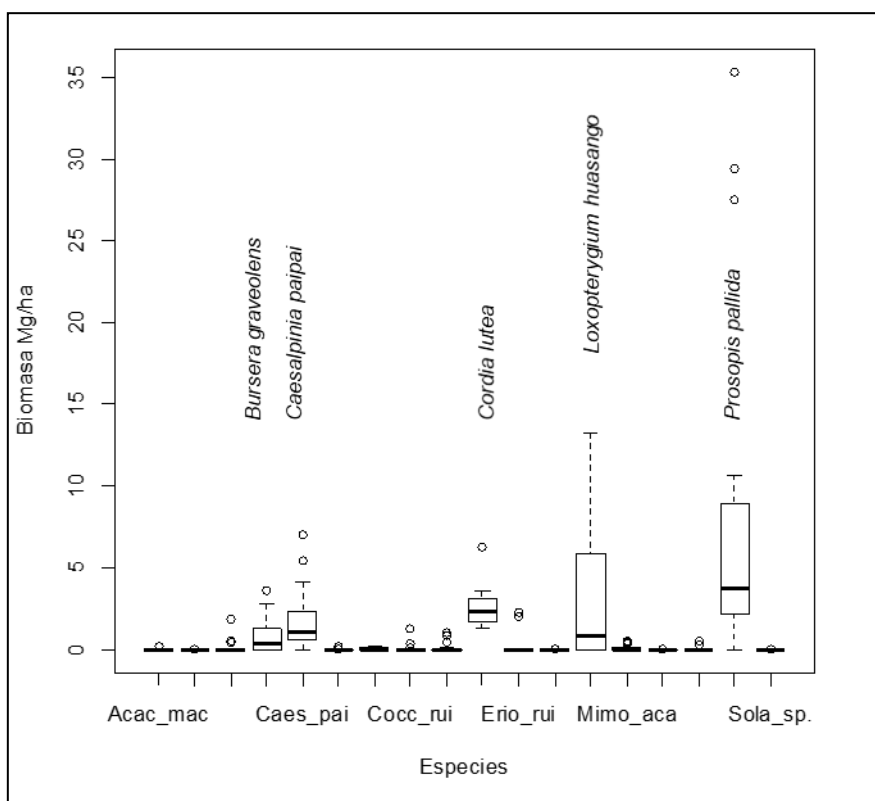


Figura 7.40. Rango intercuartílico y percentiles al 5 % y 95 % de la biomasa de las especies para las 4 plataformas y zona blanco

Por otro lado, la Figura 7.39 evidencia como varía la estimación de biomasa en las especies más representativas de las 20 parcelas, considerando los percentiles 5 % y 95 %; donde, la especie *Cordia lutea* «en el 50 % de las parcelas contiene 2,5 Mg/ha y en el percentil 75 contiene hasta 3,5 Mg/ha». Del mismo modo, *Prosopis pallida* «al menos el 50 % de las parcelas contiene 4,5 Mg/ha y el percentil 75 hasta 9 Mg/ha». Sin embargo, a diferencia del análisis de la abundancia de las especies (Figura 7.40), la especie *Loxopterygium huasango* adquiere notoriedad, ya que acumula biomasa importante en el 25 % de las parcelas «el percentil 75 evidencia una acumulación de hasta 6,5 Mg/ha». Sin embargo, 13 especies no están presentes dentro del percentil 25, pero son igual de importantes ecológicamente hablando y, muy frágiles a cambios en el ambiente.

7.3.1.6. Índice de diversidad Alfa Fisher

De acuerdo con los resultados del índice de diversidad Alfa Fisher presentados en la Figura 7.41, se evidencia diferencias entre los valores de cada parcela por plataforma. Donde, las parcelas de la zona blanco (Blanco-1) son las más diversas y estables respecto a las parcelas que corresponden a las plataformas Cardo 2X, Cope Sur 5X y Cope Sur 1X. Sin embargo, es importante señalar que, efectivamente el objeto de la evaluación, basada en el diseño de muestreo ejecutado, fue obtener valores que representen a cada fragmento evaluado, considerando todo los árboles ≥ 5 cm de diámetro. No obstante, esta variabilidad de diversidad, se debe a 2 razones:

1.- Principalmente, debido a que, el área de estudio contiene tres tipos de unidades de vegetación (Bosque seco semindenso de colinas, Bosque seco ralo de colinas y Bosque seco muy ralo de colinas) asimismo, el área de estudio presenta una estacionalidad marcada entre la temporada seca y húmeda, haciendo que, la dinámica de la vegetación en el tiempo,

forme agrupamientos, a manera de fragmentos dispersos, donde estas aprovechan las mínimas condiciones que le ofrece el ecosistema.

2.- Además, la selección de las áreas para la evaluación de flora silvestre mediante parcelas en las plataformas, contemplo la presencia de características que represente el área de estudio, basadas visualmente a una buena cobertura vegetal y que sea distinta una de la otra, según el grillado de la imagen generada en gabinete.

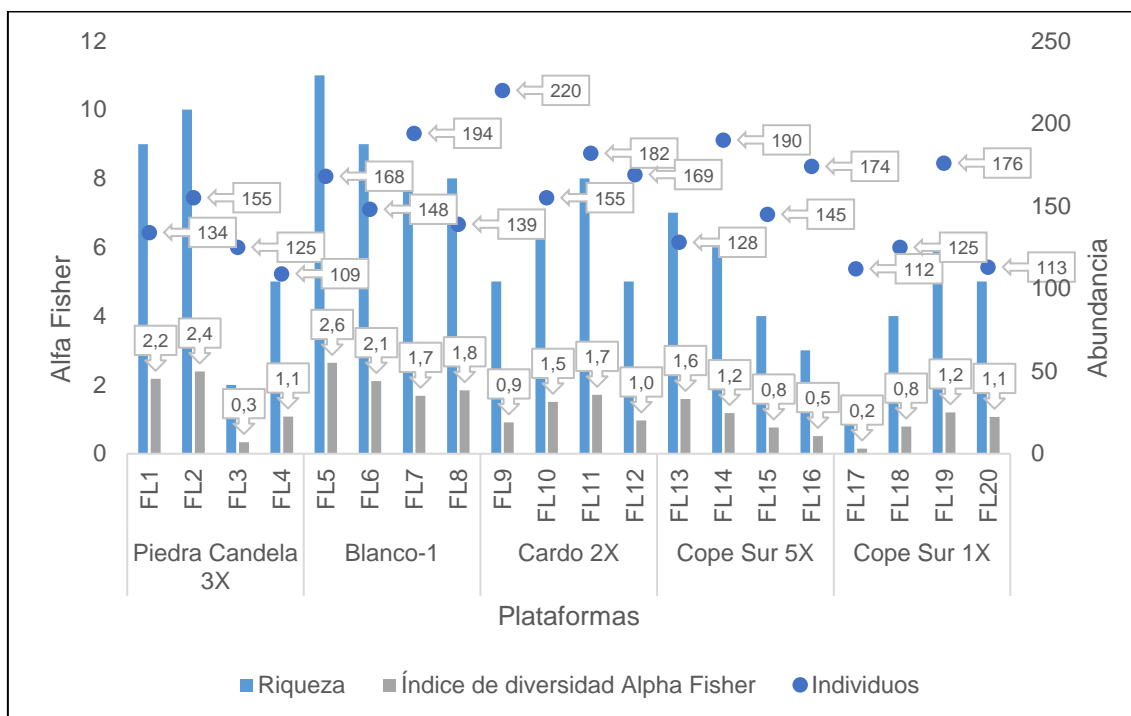


Figura 7.41. Diversidad Alfa Fisher en las parcelas de flora silvestre evaluadas en la zona de estudio

Asimismo, los resultados mostrados en la Figura 7.41 evidencia la diferencia entre los valores de diversidad, entre plataformas, donde las parcelas de la plataforma Piedra Candela 3X y zona blanco son ligeramente más diversas en promedio (Bosque seco semidenso de colinas), asimismo, las plataformas Cardo 2X y Cope Sur 5X presentan una diversidad intermedia en promedio (Bosque seco ralo de colinas) siendo la menos diversa en promedio la plataforma Cope Sur 1X (bosque muy ralo de colinas).

7.3.1.7. Análisis multivariado en la evaluación de flora silvestre

El análisis multivariado de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) e índice de disimilitud Bray Curtis (*cluster*) mostrado en la Figura 7.42 y Figura 7.43, permite observar la representación de las 20 parcelas evaluadas en las 4 plataformas y zona blanco, en un plano espacial, de acuerdo con la presencia, ausencia y abundancia de las especies debidamente diferenciada y ajustada. Además, se presenta el diagrama de dispersión (Shepard) en la Figura 7.42 que muestra la bondad de ajuste de los puntos, a la línea de regresión (monotoma) mostrando un grado de estrés de 0,128 (Non-metric fit=0,984 y lineal fit, $R^2=0,915$), lo cual indica que el ajuste es aceptable. De este análisis, se observa la ordenación de las especies, según las parcelas y el tipo de bosque, evidenciando las características particulares que describen su dinámica en el tiempo.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

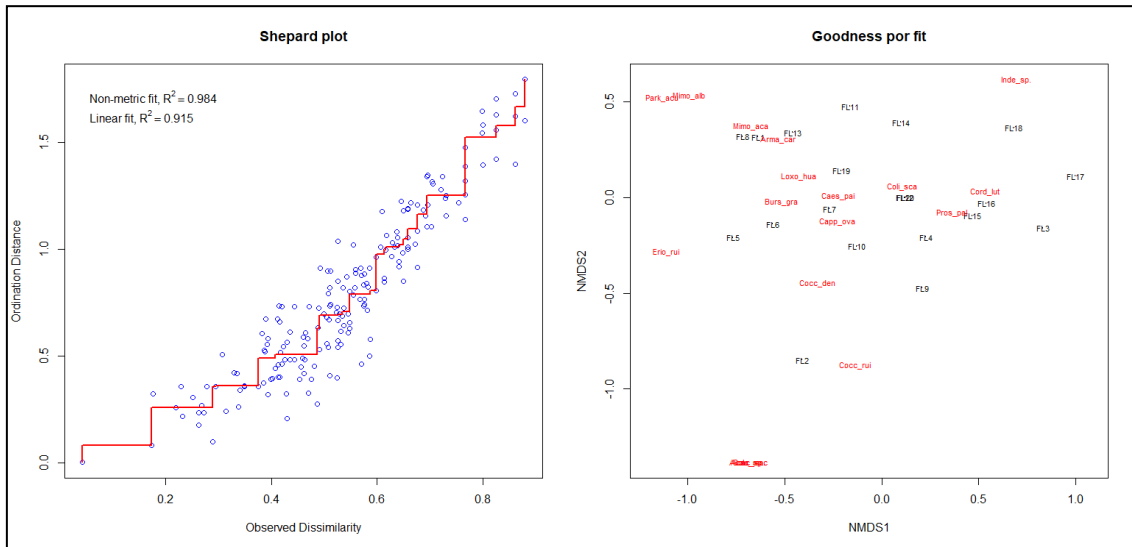


Figura 7.42. Diagrama de Shepard (regresión monótona) y la bondad de ajuste (NMDS)

Además, el análisis NMDS mostrado en la Figura 7.43 evidenció 2 grupos definidos, en el primero las parcelas agrupadas en el círculo verde, corresponde a las parcelas de la plataforma Piedra Candela 3X y zona blanco (Bosque seco semidenso de colinas), y en el segundo las parcelas fuera del círculo, pertenecen a las plataformas Cardo 2X y Cope Sur 5X y Cope Sur 1X, los cuales concuerdan con lo mostrado en el análisis *cluster* en la Figura 7.44, cada una con las especies que las caracterizan.

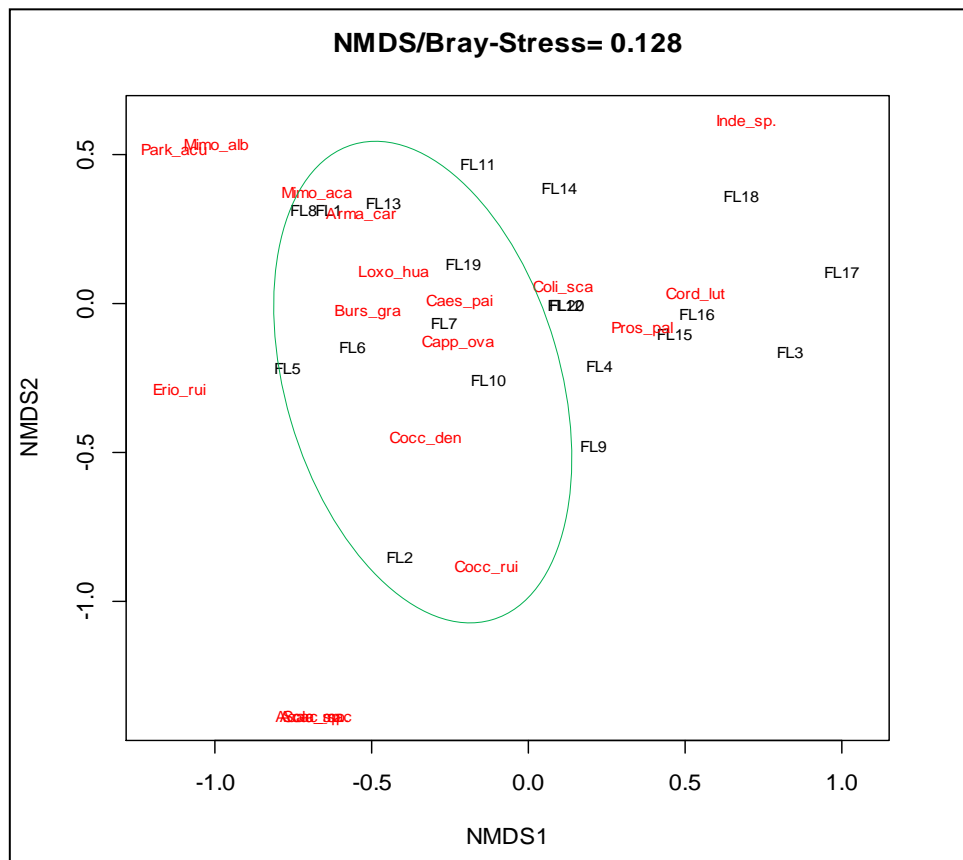


Figura 7.43. Análisis de Escalamiento Multidimensional (NMDS) flora silvestre

El análisis *cluster*, con el índice de disimilitud de Bray Curtis mostrado en la Figura 7.44 muestra el porcentaje de cambio en la abundancia de las especies de una parcela respecto a la otra. En ese sentido, se evidencia 2 grupos definidos, donde, las parcelas agrupadas en las cuadrículas verdes, corresponde a las parcelas de la plataforma Piedra Candela 3X y zona blanco (Bosque seco semidenso de colinas). Sin embargo, este grupo incluye a la parcela FL13 que corresponde a la plataforma Cope Sur 5X que, debido a su composición y riqueza se asemeja más a este grupo. Y, las parcelas fuera de las cuadrículas, corresponden a las plataformas Cardo 2X, Cope Sur 5X y Cope Sur 1X, los cuales concuerdan con lo mostrado en el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), cada una con las especies que las caracterizan.

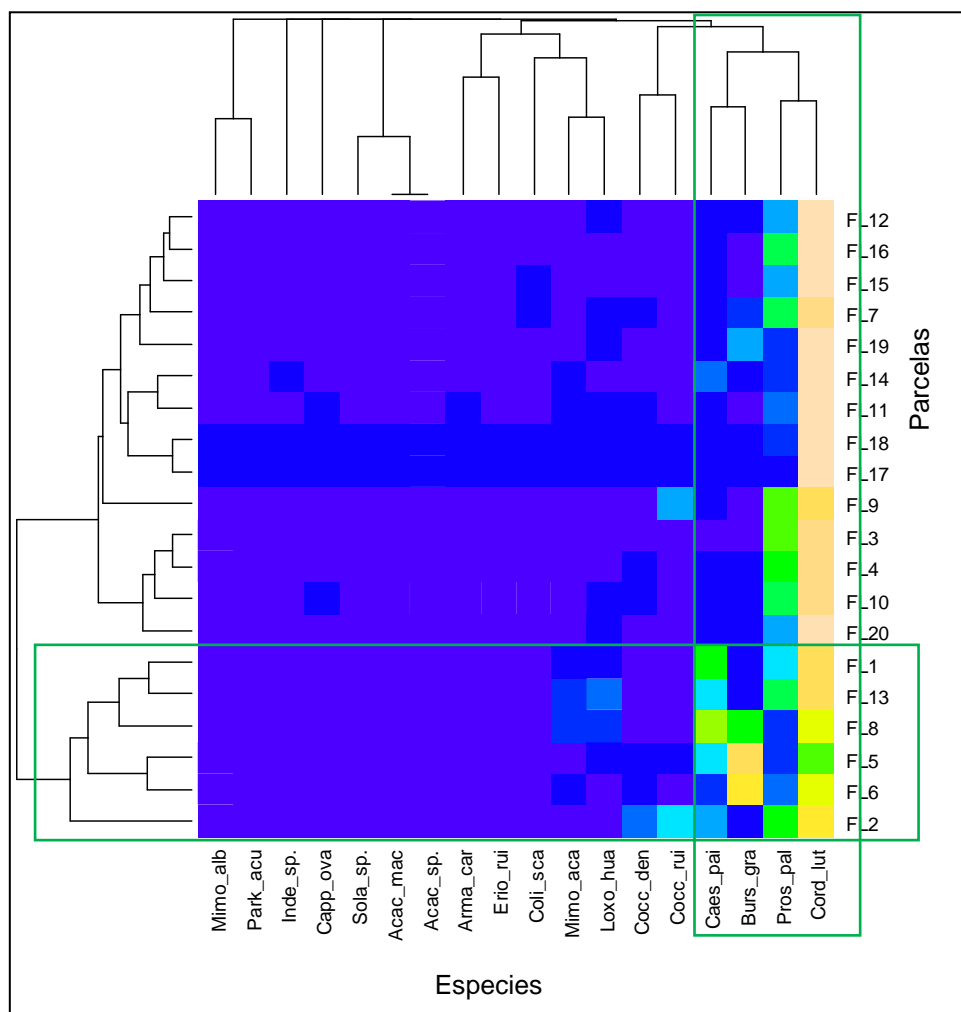


Figura 7.44. Análisis Cluster Bray Curtis de las parcelas y especies de flora silvestre
Mimo_alb: Mimosa albina; Park_acu: Parkinsonia aculeata; Inde_sp: Indet sp1; Capp_ova: Capparis ovalifolia; Sola_sp: Solanum sp1; Acac_mac: Acacia macrantha; Acac_sp: Acacia sp1; Arma_car: Armatocereus cartwrightianus; Erio_rui: Erioteca ruizii; Coli_sca: Colicodendron scabridum; Mimo_aca: Mimosa acantholoba; Loxo_hua: Loxopterygium huasango; Cocc_den: Cocoloba densifrons; Cocc_rui: Cocoloba ruiziana; Caes_pai: Caesalpinia paipai; Burs_gra: Bursera graveolens; Pros_pal: Prosopis pallida; Cord_lut: Cordia lutea.



7.3.2. Especies clave

7.3.2.1. Especies arbóreas útiles registradas en el área de estudio

De las 18 especies registradas en la evaluación de flora arbórea, se reportaron 14 especies empleadas y utilizadas de forma tradicional al menos una vez por los pobladores locales, información que fue recopilada mediante entrevistas no estructuradas al momento de la evaluación cuantitativa y reforzadas mediante revisión bibliográfica. Asimismo, se identificó 11 categorías de uso que le dan formas de uso de la especie, entre ellas, medicinal, alimento, combustible, carbón, construcción, mueblería, cercos, artesanía, uso doméstico, captador de agua y ecológico, como se detalla en la Tabla 7.7.

Tabla 7.7. Categorías de uso tradicional de las especies arbóreas

N.º	Nombre	Especie	Medicinal	Alimento	Combustible	Carbón	Construcción	Mueblería	Cercos	Artesanía	Uso doméstico	Captador de agua	Ecológico
1	Hualtaco	<i>Loxopterygium huasango</i>	X	X	X	X	X	X	X		X		X
2	Algarrobo, Huarango	<i>Prosopis pallida</i>	X	X	X	X	X	X	X				X
3	Overall	<i>Cordia lutea</i>	X	X	X		X	X	X	X	X		X
4	Cardo, Cactus candelabro	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	X	X	X			X		X	X		X
5	Faique	<i>Acacia macracantha</i>	X	X	X	X	X	X	X		X		X
6	Pasallo	<i>Eriotheca ruizii</i>	X	X	X		X	X		X	X		X
7	Charán negro	<i>Caesalpinia paipai</i>	X	X	X	X	X		X				X
8	Sapote	<i>Colicodendron scabridum</i>		X	X	X		X		X	X		X
9	Palo santo	<i>Bursera graveolens</i>	X	X	X						X	X	X
10	Añalque	<i>Coccoloba ruiziana</i>		X	X		X	X				X	X
11	Palo verde, Azote de cristo, Mata burro	<i>Parkinsonia aculeata</i>	X	X	X				X				X
12	Serrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>		X	X	X			X				X
13	Aserilla, serrilla, tapa-tapa	<i>Mimosa albida</i>	X							X			X
14	Vichayo	<i>Capparis ovalifolia</i>	X										X

Los usos tradicionales de las especies, según pobladores de las comunidades aledañas entorno a las plataformas señalan que *Loxopterygium huasango* «hualtaco» *Cordia lutea* «overo», *Acacia macracantha* «faique» son las especies de mayor uso, seguido de *Prosopis pallida* «algarrobo» y *Armatocereus cartwrightianus* «cardo»; así como *Eriotheca ruizii* «pasallo» entre otras que se detallan en el Anexo 7.

7.3.2.2. Especies incluidas en categorías de conservación registradas en el área de estudio

Las especies determinadas en la evaluación de flora silvestre (árboles, arbustos y hierbas) que se encuentran en alguna categoría de protección se detallan en la Tabla 7.8. De las 18 especies de árboles registradas en la evaluación de flora silvestre, 8 especies tienen alguna categoría de amenaza o protección que representa el 44,44 % de todo los árboles presentes



en la zona de estudio, 7 de ellas de hábito arbóreo y un Cactus arbóreo (*Cardo*) *Armatocereus cartwrightianus*.

En la Tabla 7.8, se indica también, 2 especies que están dentro del Libro Rojo del Perú (endémicas), entre ellas, especies como *Caesalpinia paipai* «Charán negro» y *Tiquilia dichotoma*, es decir presentes únicamente en esta zona de estudio. Es importante señalar que la Resolución Ministerial N.º 0505-2016-MINAGRI, presenta la re-categorización de 3 especies, respecto al Decreto Supremo N.º 043-2006-AG, entre ellas, *Prosopis pallida* «algarrobo» y *Colicodendron scabridum* «sapote» pasan de estar en categoría Vulnerable a En Peligro; del mismo modo *Acacia macracantha* pasa de Casi Amenazado a Vulnerable.

Tabla 7.8. Especies de flora registradas en las zonas de evaluación según normativas nacionales e internacionales

Especie	Hábito	Categorías de conservación				Endemismo ****
		D.S. N.º 043- 2006- AG*	R.M. N.º 0505- 2016-MINAGRI	IUCN 2019**	CITES 2017***	
<i>Loxopterygium huasango</i>	Árbol	CR	CR	-	-	-
<i>Bursera graveolens</i>	Árbol	CR	CR	LC	-	-
<i>Prosopis pallida</i>	Árbol	VU	EN	-	-	-
<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	Árbol	-	-	LC	II	-
<i>Colicodendron scabridum</i>	Árbol	CR	EN	LC	-	-
<i>Acacia macracantha</i>	Árbol	NT	VU	-	-	-
<i>Caesalpinia paipai</i>	Árbol			LC	-	PI
<i>Maytenus octogona</i>	Árbol	NT		-	-	-
<i>Tiquilia dichotoma</i>	Hierba	-		-	-	PL
TOTAL		6	5	4	1	2

*Categorías de la Clasificación Oficial de Especies Amenazadas de Flora Silvestre (INRENA 2006): En peligro (EN); Vulnerable (VU); Casi Amenazado (NT); Riesgo Menor (LR); Preocupación Menor (LC); Datos Insuficientes (DD) y Críticamente Amenazado (CR).

**Categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) «Lista Roja de Especies Amenazadas»: Extinto (EX), Extinto en estado silvestre (SW), En peligro crítico (CR), En peligro (EN); Vulnerable (VU); Casi Amenazado (NT); Riesgo Menor (LR); Preocupación Menor (LC); Datos Insuficientes (DD), Críticamente Amenazado (CR) y Extinto en estado silvestre (EW)

***Categorías de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES): Apéndice I (En vía de extinción); Apéndice II (Vulnerables o potencialmente amenazadas) y Apéndice III (Protegidas al menos en un país)

****Clasificación según el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú de Leon et al., (2006): Categorías y criterios adopta2 de la IUCN

Asimismo, es importante mencionar que, la IUCN tiene considerado a 5 especies de árboles y 2 hierbas en categoría LC (preocupación menor) detallados en el Anexo 7.

7.4. Objetivo específico 4: Evaluar la fauna silvestre (anfibios y reptiles, aves y mamíferos) en los ecosistemas entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

7.4.1. Anfibios y reptiles

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

7.4.1.1. Composición y riqueza de especies

Como resultado de la evaluación herpetológica realizada en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939, se registraron 3 especies de anfibios distribuidos en 3 familias y 3 géneros; asimismo, 7 especies de reptiles distribuidos en 5 familias y 6 géneros, las cuales se describen en la Tabla 7.9. Cabe señalar

que, de las 10 especies registradas, *Iguana iguana* «Pacaso» fue registrada de forma única mediante registro oportuno (RO).

Tabla 7.9. Riqueza de anfibios y reptiles registrados durante las evaluaciones realizadas en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Clase	Orden	Familia	Especies	Nombre común	Nombre local	Tipo de registro*
Reptilia	Squamata	Tropiduridae	<i>Microlophus occipitalis</i>	Capón	Capón	V
		Teiidae	<i>Dicrodon guttulatum</i>	Cañan	Lagartija	V
			<i>Callopietes flavipunctatus</i>	Lagartos monitores falsos	Iguana	V, RO
		Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus cf. kofordi</i>	Jañape	Jañape	V
			<i>Phyllodactylus reissii</i>	Jañape	Jañape	V
		Dipsadidae	<i>Pseudalsophis elegans</i>	Serpientes corredores dorso café rojizo	Culebra	V, RO
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pacaso	RO		
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Engystomops sp.</i>	-	Sapito	V, RO, A
		Hylidae	<i>Trachycephalus jordani</i>	Rana de casco de Jordan	Rana	V, A
		Bufoiidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña	Sapo	V, RO, A

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

Se obtuvieron 249 registros de anfibios y reptiles durante las evaluaciones, siendo los reptiles los representantes con mayores abundancias (226 registros), los cuales estuvieron distribuidos en las familias Tropiduridae y Teiidae con 145 y 61 registros respectivamente. Los reptiles *Microlophus occipitalis* «Capón» y *Dicrodon guttulatum* «Cañan» fueron las especies más abundantes en toda el área de evaluación, con una abundancia relativa del 64,16 % y 22,57 % 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 & Hortal, 2003). En la Figura 7.45 se detallan las abundancias relativas de todas las especies de reptiles registradas durante las evaluaciones.

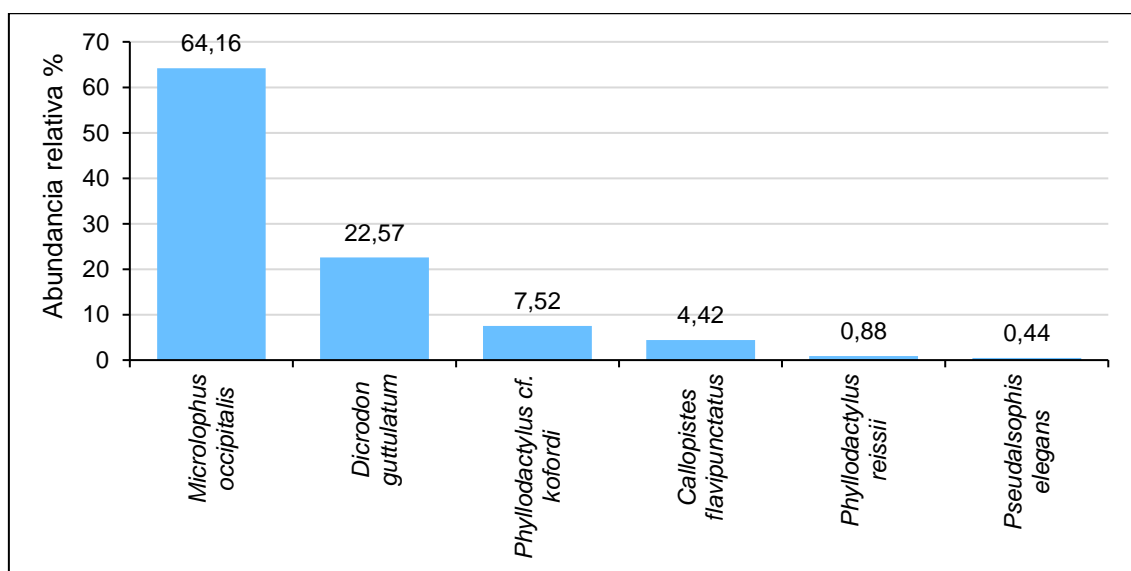


Figura 7.45. Abundancia relativa de las especies de reptiles registradas en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Respecto a los anfibios, la familia Leptodactylidae fue la representante con mayores valores de abundancia, teniendo a *Engystomops* sp. como la especie más representativa, con una abundancia relativa del 69,57 % respecto al resto de anfibios registrados (Figura 7.46).

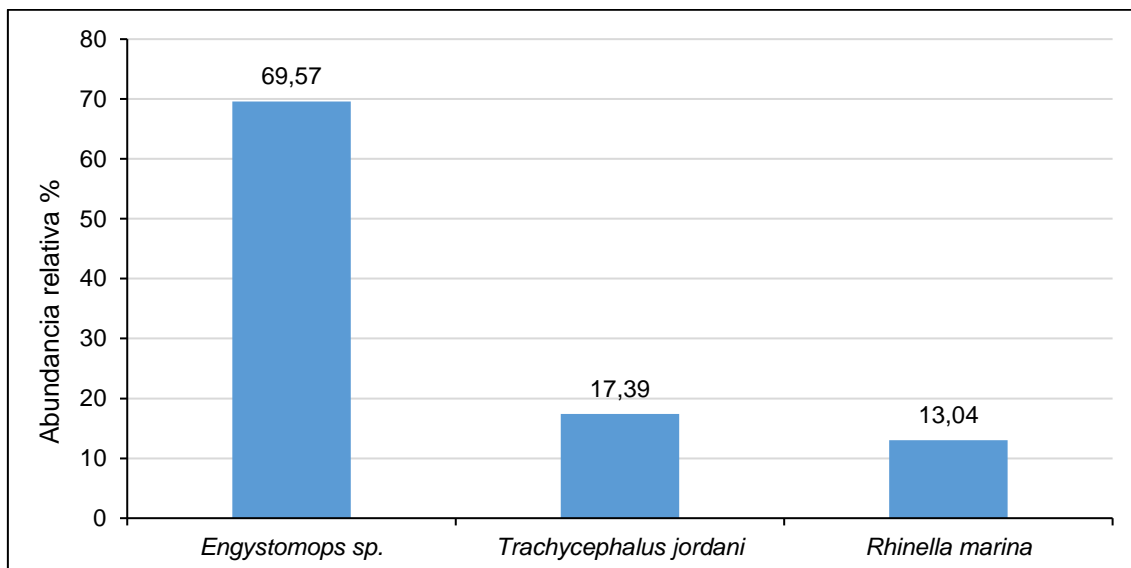


Figura 7.46. Abundancia relativa de las especies de anfibios registradas área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

7.4.1.2. Curva de acumulación de especies

Debido a la reducida cantidad de especies registradas durante la evaluación, se optó por realizar una curva de acumulación de especies que representara a los anfibios y reptiles presentes en conjunto; asimismo, se eligió el modelo exponencial negativo como método de análisis debido a la reducida extensión del área evaluada donde todas las especies tienen altas probabilidades de ser registradas (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

Los resultados obtenidos mediante el modelo exponencial negativo para los anfibios y reptiles registrados en las 77 evaluaciones (VES), mostraron que las especies esperadas en este estudio coinciden con el número de especies observadas en campo (9 especies), obteniéndose los parámetros de la función ($a = 0,597299$ y $b = 0,070379$).

El valor de la asíntota de la curva, que representa la riqueza máxima esperada de anfibios y reptiles durante las evaluaciones, fue de 9 especies (a/b); por lo cual se puede deducir que, mediante el esfuerzo realizado, se ha representado a toda la comunidad de especies presentes en el área del proyecto; asimismo, el coeficiente de determinación R^2 tuvo un valor de 0,942 que representa un ajuste aceptable al modelo exponencial negativo cercano a 1 (Figura 7.47).

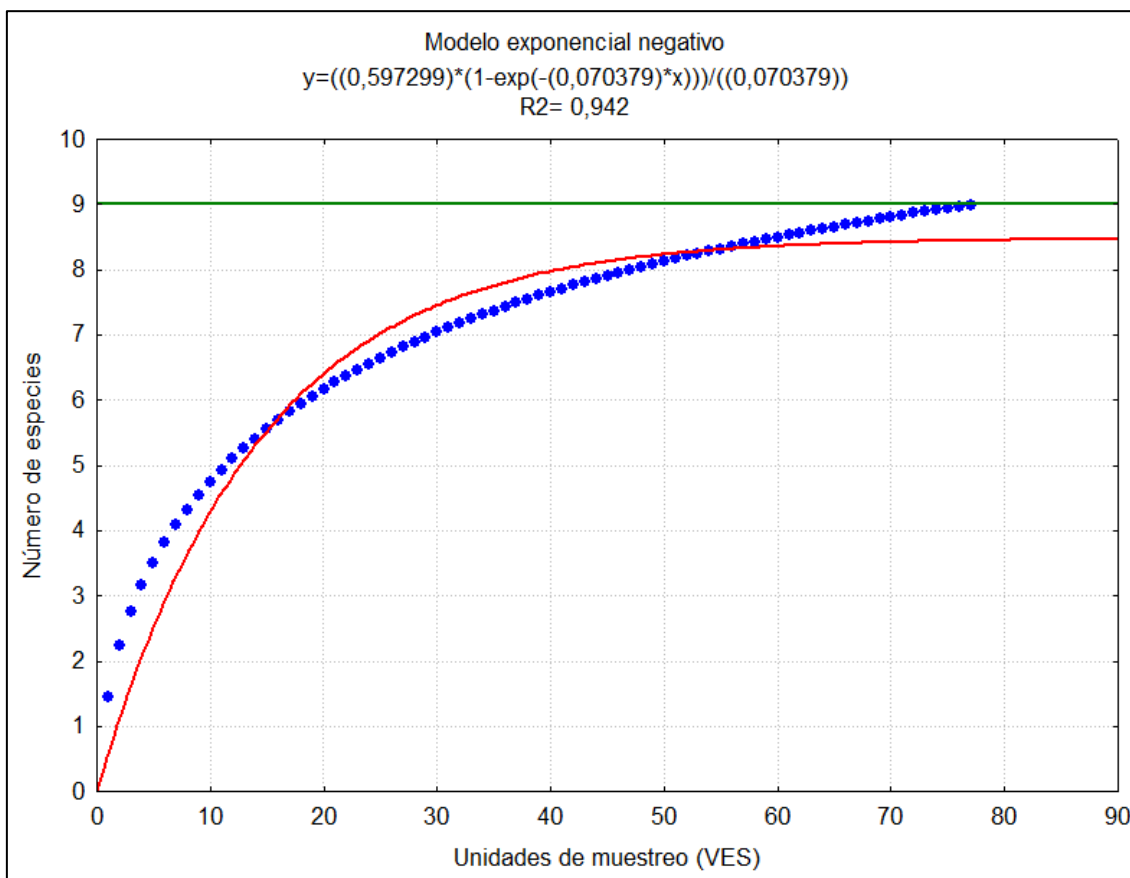


Figura 7.47. Curva de acumulación de especies de anfibios y reptiles en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

7.4.1.3. Composición y abundancia por zona de evaluación

Se determinaron 8 zonas con la finalidad de evaluar los anfibios y reptiles presentes en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939, se distribuyeron unidades de evaluación en los distintos tipos de vegetación, que permitió obtener una muestra representativa de las poblaciones que se distribuyen en el área de estudio. Sin embargo, solo se pudieron evaluar 6 zonas, debido a la declaratoria de emergencia decretado por el Estado Peruano que establece diversas medidas excepcionales y temporales para prevenir la propagación del Coronavirus (COVID-19) en el territorio nacional, motivo por el cual se tuvo que paralizar las evaluaciones y gestionar el retorno de los especialistas del OEFA a la ciudad de Lima.

Los resultados muestran una mayor riqueza de anfibios y reptiles en las zonas Piedra Candela 3X y Blanco-1 (7 y 6 especies respectivamente); no obstante, las zonas Cardo 2X, Cope Sur 1X y Cope Sur 5X presentaron una riqueza de 5 especies. En la zona de evaluación Blanco-2 no se completaron las evaluaciones propuestas, debido a la finalización de las evaluaciones por motivos antes expuestos, lo cual influyó en la baja riqueza obtenida.

Los reptiles fueron los representantes con mayor riqueza de especies en todas las zonas de evaluación, teniendo en la zona Blanco-1 los mayores valores (6 especies). Por otro lado, los anfibios fueron registrados en 3 de las zonas evaluadas (Piedra Candela 3X, Cardo 2X y Cope Sur 5X). En la Figura 7.48 se detallan los valores de riqueza de especies de anfibios y reptiles registrados por zonas de evaluación.

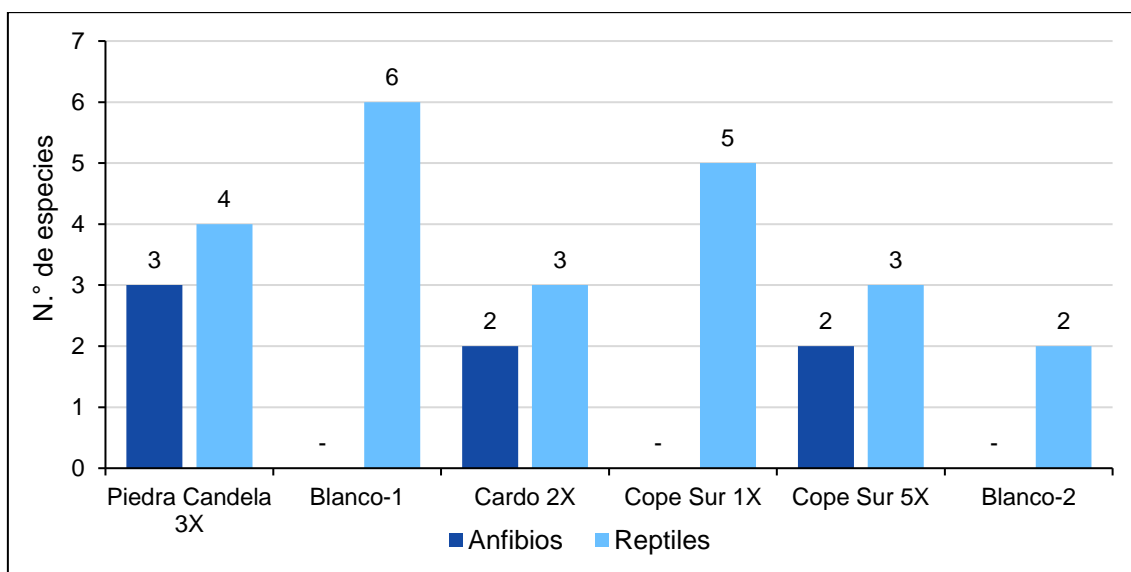


Figura 7.48. Riqueza de especies de anfibios y reptiles por zonas evaluadas en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

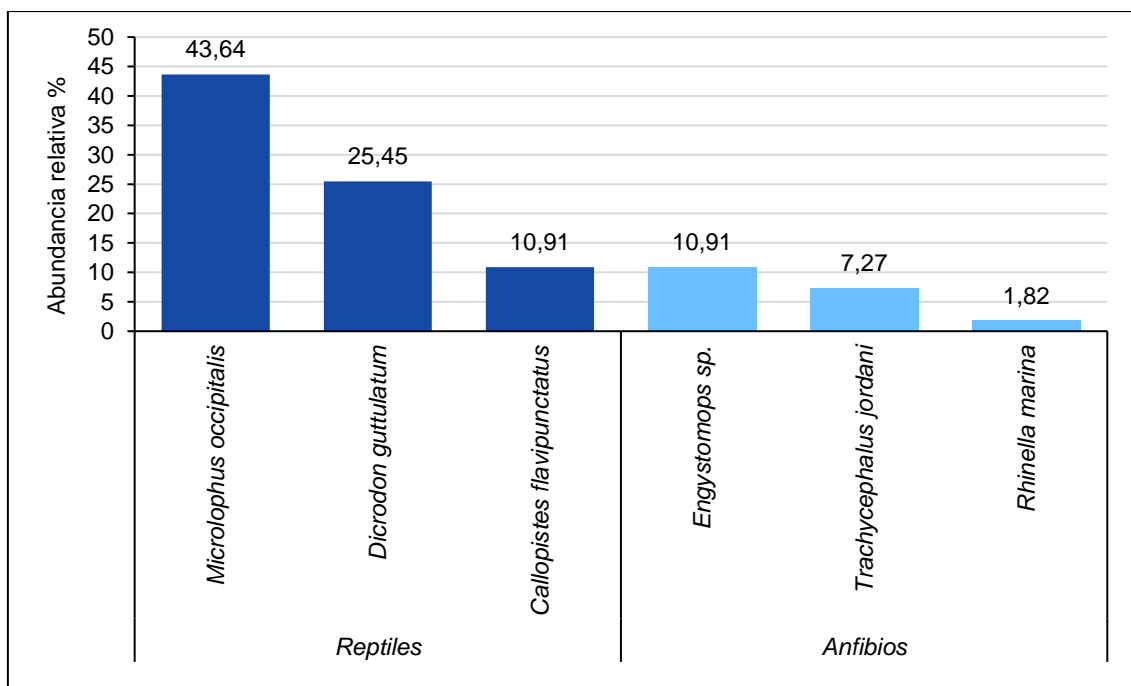
A continuación, se presentan de forma detallada las riquezas y abundancias de las especies de anfibios y reptiles registrados en cada zona de evaluación.

a) Piedra Candela 3X

Esta zona de evaluación corresponde a la plataforma de perforación Piedra Candela 3X, la cual se encuentra dentro del Bosque seco semidenso de colinas, un ecosistema con abundante vegetación arbórea y arbustiva durante la temporada de lluvias, llegando a cubrir gran parte de los alrededores de esta zona.

Las evaluaciones realizadas en esta zona, 16 búsquedas por encuentros visuales (10 diurnos y 6 nocturnos), permitieron registrar la mayor diversidad de especies en toda el área de evaluación, siendo los reptiles los representantes con mayores registros (4 reptiles y 3 anfibios). *Microlophus occipitalis* «Capón» presentó los mayores registros en toda el área de evaluación (43,64 %); cabe señalar que la especie *Iguana iguana* «Pacaso» fue registrada de manera oportuna, por lo que no fue incluida en los análisis de abundancia relativa.

La presencia de la plataforma de perforación Piedra Candela 3X permite la acumulación de agua en los alrededores, producto de las lluvias durante la temporada húmeda. Como consecuencia, se forma un ambiente ideal para la presencia de anfibios, los cuales son difíciles de registrar en la temporada seca. Durante las evaluaciones se registraron 3 especies de anfibios, siendo *Engystomops* sp. el representante con mayor abundancia (10,91 %). En la Figura 7.49 se presenta una imagen de la concentración de agua presente en la plataforma de perforación Piedra Candela 3X; mientras que en la Figura 7.50 se detallan los valores de riqueza y abundancia registrados en esta zona de evaluación.

**Figura 7.49.** Plataforma de perforación Piedra Candela 3X**Figura 7.50.** Riqueza y abundancia de anfibios y reptiles en la plataforma de perforación Piedra Candela 3X ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939**b) Blanco-1**

Esta zona de evaluación fue elegida para comparar los resultados obtenidos en la plataforma de perforación Piedra Candela 3X, dado que presentan similares unidades de vegetación. El ecosistema que se presenta en esta área es de Bosque seco semidenso de colinas, la cual es atravesada por una quebrada estacionalmente seca que es utilizada por los pobladores como camino.

Se realizaron 16 búsquedas por encuentros visuales (10 diurnos y 6 nocturnos). La abundante vegetación que se presenta en esta zona permitió el registro de 6 especies de reptiles, siendo *Microlophus occipitalis* «Capón» y *Dicrodon guttulatum* «Cañan» las especies más abundante (57,14 % y 20 % respectivamente). No se registraron anfibios durante las evaluaciones. En la Figura 7.51 se detallan los valores de riqueza y abundancia registrados en esta zona de evaluación.

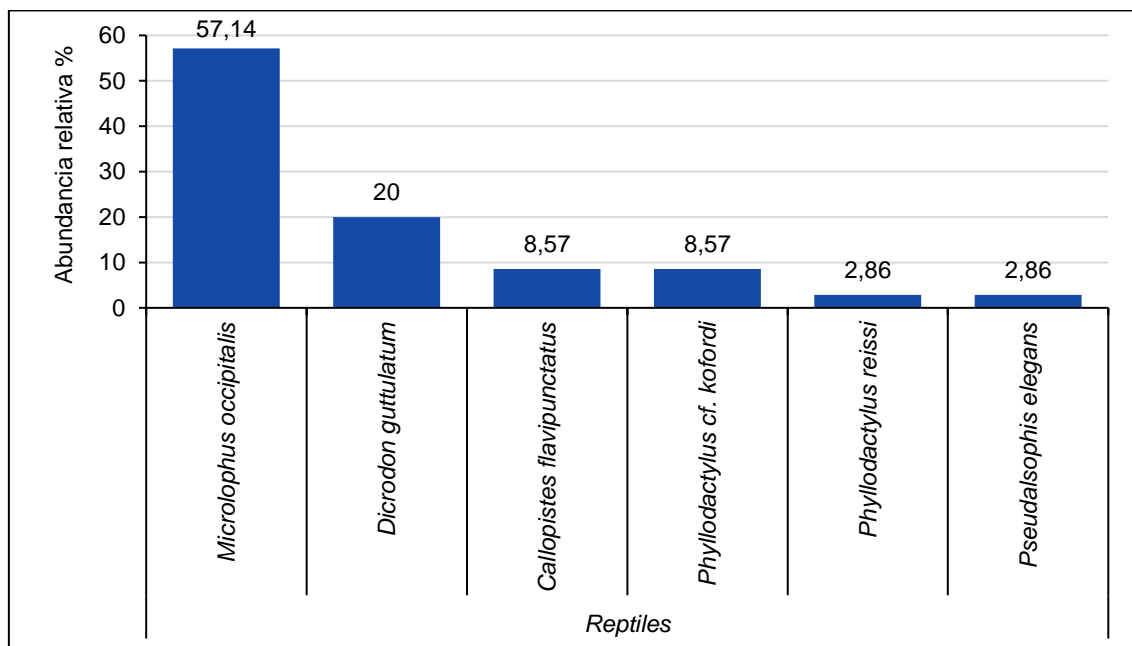


Figura 7.51. Riqueza y abundancia de reptiles en la zona Blanco-1 ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

c) Cardo 2X

Esta zona de evaluación corresponde a la plataforma de perforación Cardo 2X, la cual se encuentra dentro del Bosque seco ralo de colinas, un ecosistema con vegetación arbórea y arbustiva en grandes parches, separados por áreas sin vegetación. En los alrededores de la plataforma se presentan pozas de gran tamaño, las cuales tienden a llenarse de agua en la temporada de lluvias, permitiendo el acercamiento y establecimiento de muchos animales de la zona, como es el caso de los anfibios, quienes utilizan los cuerpos de agua para completar sus ciclos de vida.

Las evaluaciones realizadas en esta zona, 16 búsquedas por encuentros visuales (10 diurnos y 6 nocturnos), permitieron registrar 3 reptiles, siendo *Microlophus occipitalis* «Capón» la especie con mayor abundancia (51,92 %). Asimismo, dentro de los anfibios registrados, *Engystomops* sp. fue el representante con mayor abundancia (7,69 %). En la Figura 7.52 se presenta una imagen de la concentración de agua presente en las cercanías de la plataforma de perforación Cardo 2X; mientras que en la Figura 7.53 se detallan los valores de riqueza y abundancia registrados en esta zona de evaluación.



Figura 7.52. Poza de agua presente en la plataforma de perforación Cardo 2X

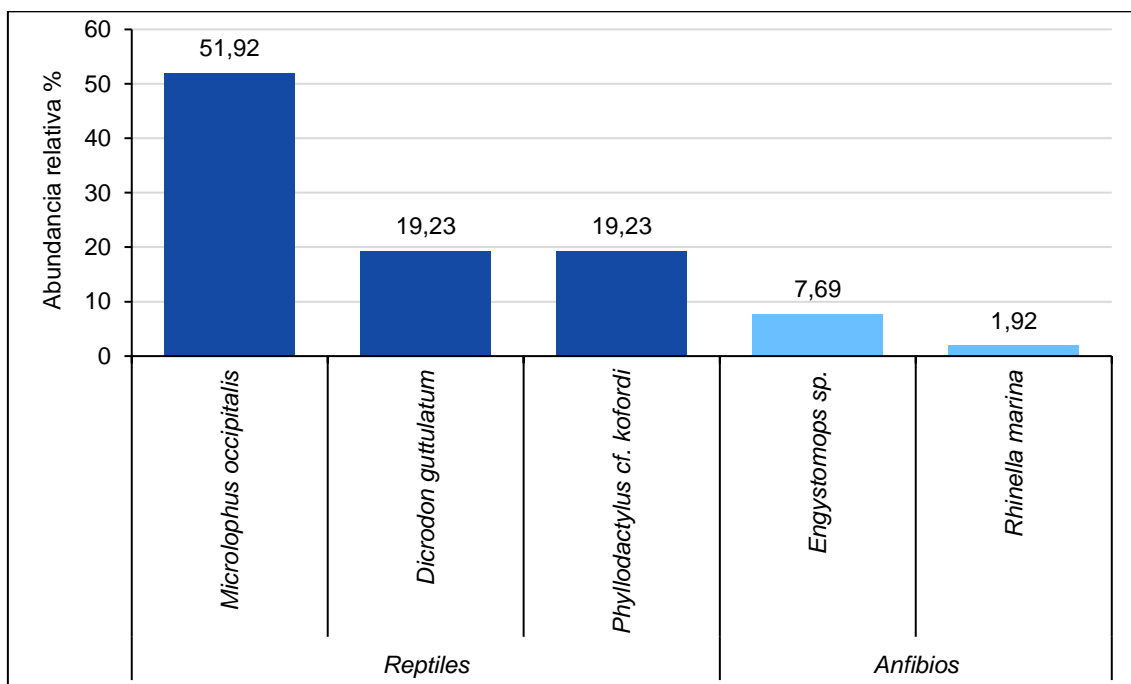


Figura 7.53. Riqueza y abundancia de anfibios y reptiles en la plataforma de perforación Cardo 2X ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

d) Cope Sur 1X

Esta zona de evaluación corresponde a la plataforma de perforación Cope Sur 1X, cabe mencionar que aún no se ha realizado la construcción de la plataforma en este lugar. El ecosistema que se presenta en esta área es de Bosque seco muy ralo de colinas, con vegetación arbustiva y herbácea en los alrededores producto de las lluvias de la época;

asimismo, arboles de porte secos ubicados en las partes altas, rodeadas por áreas sin vegetación.

Se realizaron 10 búsquedas por encuentros visuales diurnos. No se pudieron completar las evaluaciones nocturnas debido a la declaratoria de emergencia decretado por el Estado Peruano y la paralización de los trabajos. Se registraron 5 reptiles en el área de evaluación, siendo *Microlophus occipitalis* «Capón» y *Dicrodon guttulatum* «Cañan» las especies más abundante (65,91 % y 25 % respectivamente). No se registraron anfibios durante las evaluaciones. En la Figura 7.54 se detallan los valores de riqueza y abundancia registrados en esta zona de evaluación.

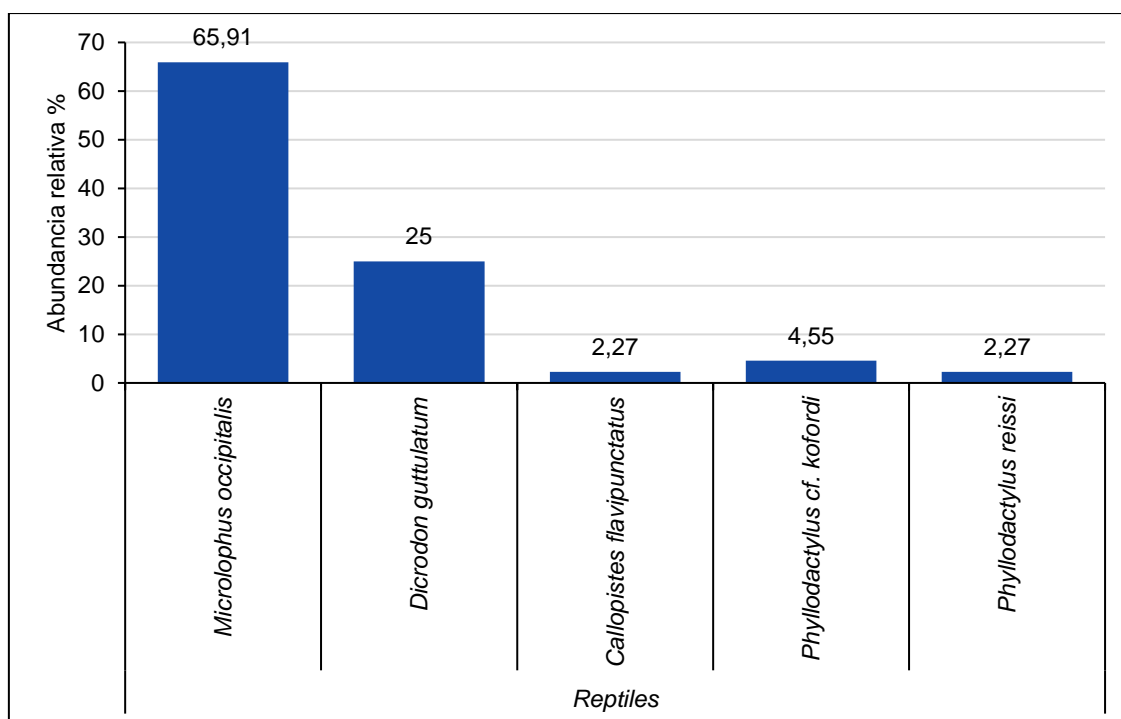


Figura 7.54. Riqueza y abundancia de reptiles en la zona Cope Sur 1X ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

e) Cope Sur 5X

Esta zona de evaluación corresponde a la plataforma de perforación Cope Sur 5X, la cual se encuentra dentro del Bosque seco ralo de colinas, un ecosistema con vegetación arbórea y arbustiva en grandes parches, separados por áreas sin vegetación. En los márgenes de la plataforma se presenta una poza de agua, producto de las lluvias de temporada, la cual es utilizada por los animales de la zona (silvestres y domésticos); asimismo, permite el establecimiento de anfibios, quienes utilizan los cuerpos de agua para completar sus ciclos de vida. Se encuentra rodeada por quebradas secas que gran tamaño, en las cuales se pudo observar la presencia de charcos pequeños.

Las evaluaciones realizadas en esta zona, 13 búsquedas por encuentros visuales (10 diurnos y 3 nocturnos), permitieron registrar 3 reptiles, siendo *Microlophus occipitalis* «Capón» la especie con mayor abundancia (63,64 %). Asimismo, dentro de los anfibios registrados, *Engystomops* sp. fue el representante con mayor abundancia (13,4 %). En la Figura 7.55 se presenta la concentración de agua presente en las cercanías de la plataforma

de perforación Cope Sur 5X; mientras que en la Figura 7.56 se detallan los valores de riqueza y abundancia registrados en esta zona de evaluación.



Figura 7.55. Poza de agua presente en la plataforma de perforación Cope Sur 5X

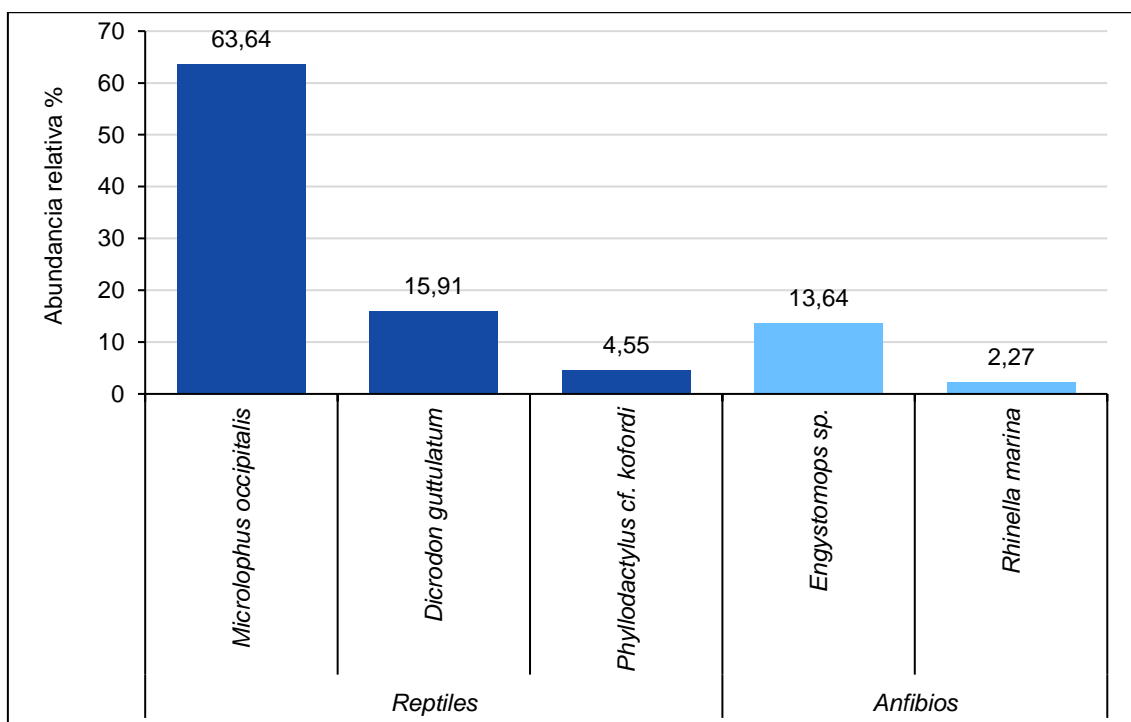


Figura 7.56. Riqueza y abundancia de anfibios y reptiles en la plataforma de perforación Cope Sur 5X ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

f) Blanco-2

Esta zona de evaluación fue elegida para comparar los resultados obtenidos en las plataformas de perforación Cope Sur 1X y 5X, Caracol 1X y 4X, debido al tipo de ecosistema que comparten (Bosque seco ralo y muy ralo de colinas), la cual se caracteriza por presentar una vegetación arbórea y arbustiva en grandes parches, separados por áreas sin vegetación, presentando vegetación rastrera abundante en los meses de lluvia.

Se realizaron 6 búsquedas por encuentros visuales diurnos. No se pudieron completar las evaluaciones diurnas y nocturnas debido a la declaratoria de emergencia decretado por el Estado Peruano y la paralización de los trabajos. Se registraron 2 reptiles en el área de evaluación, siendo *Microlophus occipitalis* «Capón» la especie más abundante (89,47 %). No se registraron anfibios durante las evaluaciones. En la Figura 7.57 se detallan los valores de riqueza y abundancia registrados en esta zona de evaluación.

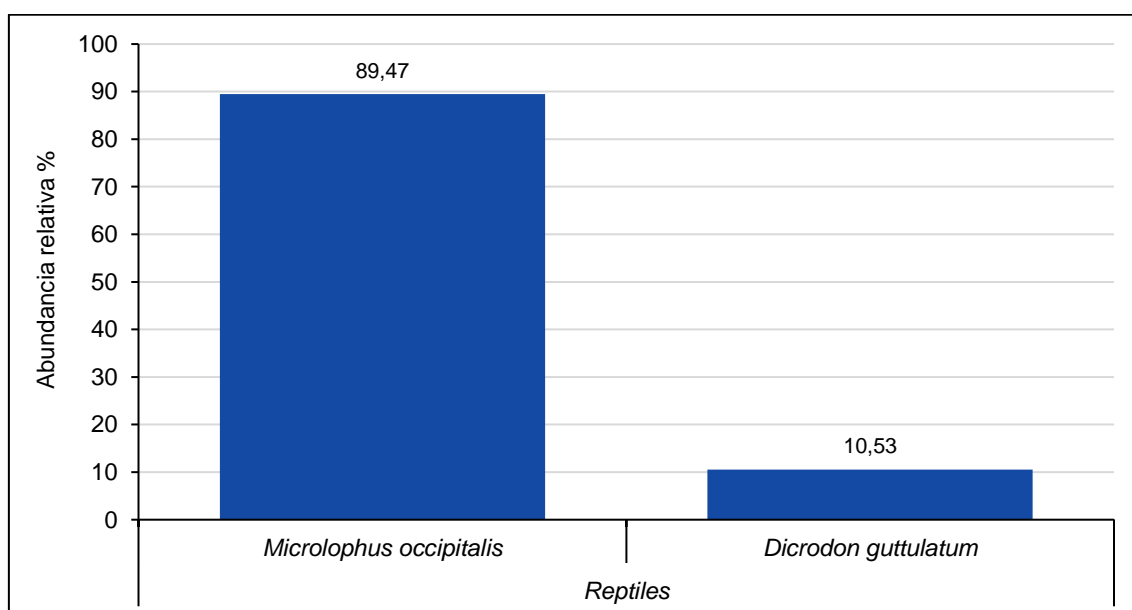


Figura 7.57. Riqueza y abundancia de reptiles en la zona Blanco-2 ubicada en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

7.4.1.4. Diversidad

La zona de evaluación que presentó los mayores índices de diversidad fue Piedra Candela 3X ($H' = 2,10$ bits/ind), debido al elevado número de anfibios y reptiles registrados (3 especies respectivamente); las cuales estuvieron representadas de forma equitativa, presentándose un elevado índice de Simpson (0,73 probits/ind). Por otro lado, las zonas Blanco-1 y Cardo 2X registraron similares índices de diversidad (1,83 y 1,80 bits/ind respectivamente); sin embargo, se observó una elevada presencia de reptiles en ambas zonas de evaluación, siendo *Microlophus occipitalis* «Capón» la especie con mayor abundancia. La zona Blanco-2 presentó menores índices de diversidad, debido al menor esfuerzo realizado durante la evaluación producto de la interrupción de las actividades. Los resultados se muestran en la Figura 7.58.

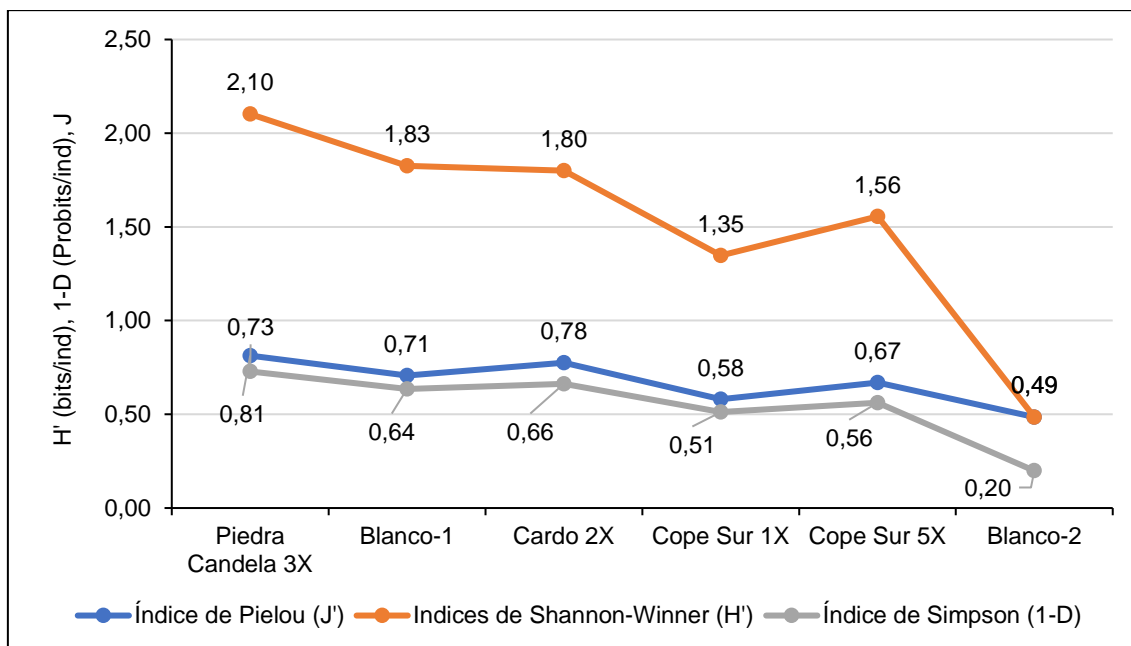


Figura 7.58. Índices de diversidad de anfibios y reptiles por zona de evaluación en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

7.4.1.5. Similitud

El análisis de similitud de Morisita, para las especies de anfibios y reptiles evaluadas, que expresa cuan semejantes son 2 muestras en base a la abundancia proporcional de cada especie en dichas muestras, refleja 2 agrupamientos de los datos. Las plataformas de perforación Cope Sur 1X, Cope Sur 5X, Cardo 2X, Piedra Candela 3X y la zona Blanco-1, forman una agrupación variada, destacando el agrupamiento de la plataforma Cope Sur 1X y la zona Blanco-1 con una similitud del 98,1 % debido a que comparten especies en abundancia similares, principalmente reptiles.

Las plataformas Cope Sur 5X, Cardo 2X y Piedra Candela 3X presentan similitudes variadas debido a la presencia de especies de anfibios y reptiles que no fueron registrados en las otras zonas de evaluación. Resalta la plataforma de perforación Piedra Candela 3X al poseer la mayor diversidad de especies en el área de evaluación, la cual difiere del resto de zonas. Por otro lado, la zona de evaluación Blanco-2 se presenta de forma aislada, debido a la menor riqueza y abundancia de especies registradas en esta área; cabe señalar que no se pudo completar la evaluación en esta zona (Figura 7.59).

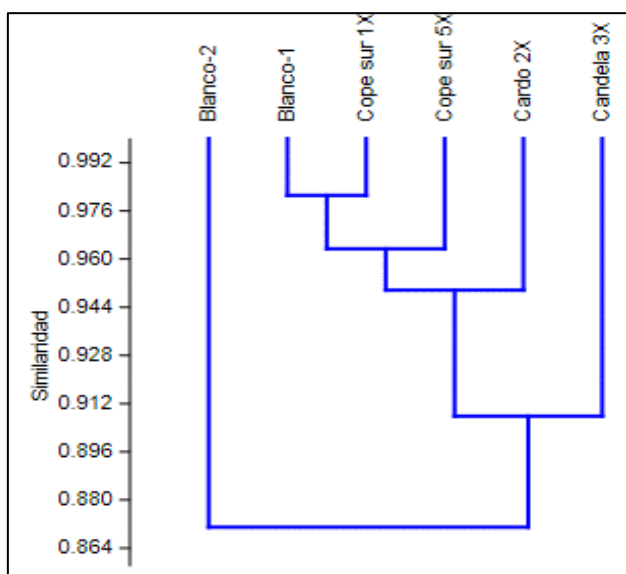


Figura 7.59. Dendrograma de Similitud de Morisita entre las zonas de evaluación en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

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

Los resultados, muestran que, de las 10 especies de anfibios y reptiles registrados, *Callopistes flavipunctatus* «Lagarto monitor falso» es el único que se encuentra en la categoría de Casi Amenazado (NT) por el Estado Peruano (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI), el resto de especies están incluidos en la categoría Preocupación menor (LC), según la IUCN (2020). Respecto al endemismo, la zona de evaluación se encuentra en las cercanías de la frontera con Ecuador, razón por la cual comparten los anfibios y reptiles registrados durante la evaluación (Ron *et al.*, 2019; Torres-Carvajal *et al.*, 2020), siendo especies de amplia distribución en los bosques secos de ambos países. No se registraron especies de anfibios y reptiles incluidas en los apéndices CITES (2019).

7.4.1.7. Usos actuales y potenciales de los anfibios y reptiles

Los pobladores locales refieren el consumo ocasional de la especie *Callopistes flavipunctatus* «Lagarto monitor falso», debido a su gran tamaño y fuente de proteínas; asimismo, el uso de la grasa de la *Boa constrictor ortonii* «Macanche» como remedio para dolores y fracturas de huesos; no obstante, esta especie no fue registrada durante las evaluaciones.

7.4.2. Aves

7.4.2.1. Composición y riqueza de especies

La evaluación ambiental realizada en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939, permitió registrar un total de 62 especies de aves pertenecientes a 24 familias y 14 órdenes taxonómicos; estos datos fueron obtenidos mediante la aplicación de 3 diferentes metodologías: búsquedas intensivas, redes niebla y listas fijas. El orden taxonómico con el mayor número de especies fue Passeriformes con 37 especies registradas que representaron el 59,68 %, seguido del orden Accipitriformes con 4



especies que representaron el 6,45 %. Los órdenes Columbiformes y Cuculiformes son los siguientes con el 4,84 % y con 3 especies cada una; los órdenes Apodiformes, Cathartiformes, Strigiformes, Piciformes y Psittaciformes, presentaron 2 especies que representaron el 3,23 % (Tabla 7.10). Los órdenes Anseriformes, Caprimulgiformes, Charadriiformes, Suliformes y Falconiformes presentaron solo una especie representando el 1,61 % del total cada una.

El orden Passeriformes, es el orden más grande que comprende el 58,5 % de las especies del mundo (Fjeldsa y Krabbe, 1990). Este es el orden de las aves denominadas pájaros o aves cantoras, es un grupo extenso que ha podido evolucionar favorablemente gracias a su inteligencia, formas de comunicación (cantos o vocalizaciones) y otros elementos. Estas aves desempeñan un papel ecológico fundamental puesto que cumplen funciones como controladores de poblaciones de insectos, dispersadores de semillas y polinizadores, por lo cual se les considera un componente importante en la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales (Kattan y Serrano, 1996).

Entre sus características principales destacan su pequeño tamaño, el esternón carenado o la diversidad de formas relacionadas con el pico, todo ello en función de los hábitos alimenticios presentados por el pájaro; igualmente es relevante su disposición dactilar, formada por 4 dedos, 3 en dirección hacia adelante y uno hacia atrás muy desarrollado.

Tabla 7.10. Orden, familia y número de especies de aves registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

N.º	Orden	N.º Familias	N.º Especies	Porcentaje (%)
1	Anseriformes	1	1	1,61
2	Columbiformes	1	3	4,84
3	Cuculiformes	1	3	4,84
4	Caprimulgiformes	1	1	1,61
5	Apodiformes	1	2	3,23
6	Charadriiformes	1	1	1,61
7	Suliformes	1	1	1,61
8	Cathartiformes	1	2	3,23
9	Accipitriformes	1	4	6,45
10	Strigiformes	1	2	3,23
11	Piciformes	1	2	3,23
12	Falconiformes	1	1	1,61
13	Psittaciformes	1	2	3,23
14	Passeriformes	11	37	59,68
Total		24	62	100

Analizando los datos por familia registrada en la evaluación, se tiene que la familia más representativa fue Tyrannidae (mosqueritos) con 12 especies registradas que representaron el 19,35 %, seguido de la familia Thraupidae (tangaras) con 9 especies registradas que representaron el 14,52 %, seguido de las familias Accipitridae (gavilanes) e Icteridae (tordos, bolseros) ambas con 4 especies registradas que representaron el 6,45 % cada una (Figura 7.60).

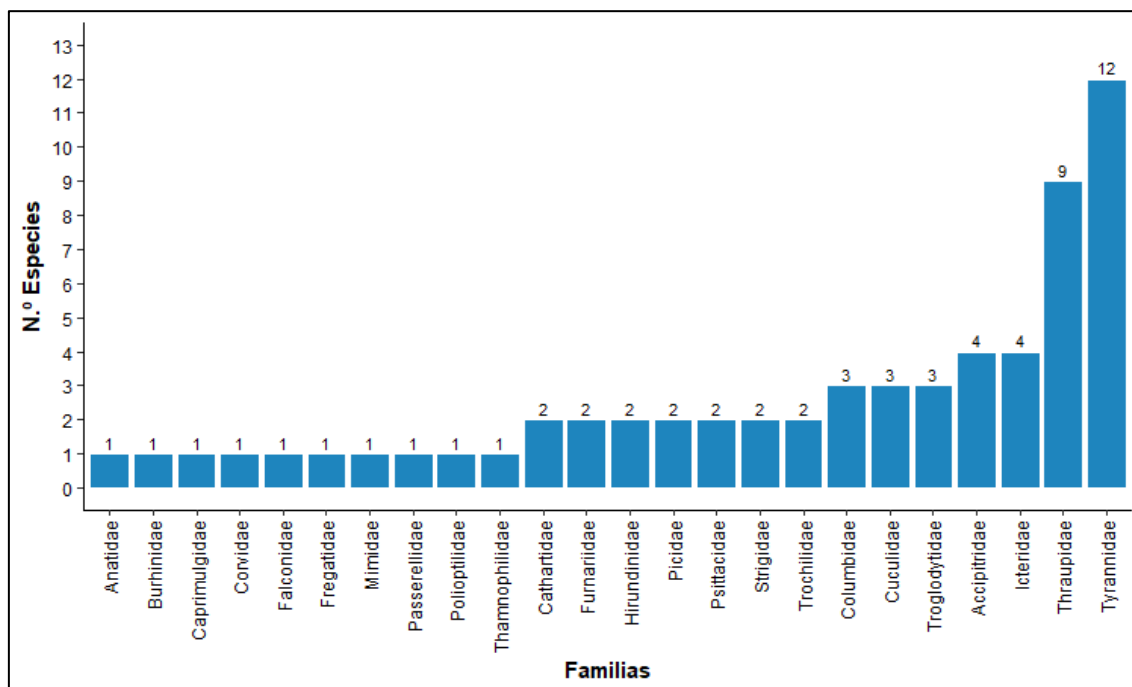


Figura 7.60. Familias con mayor riqueza de especies registradas en el área de evaluación de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Los tiránidos son aves de pequeño y mediano tamaño (de 6,5 cm a 28 cm). Su plumaje es generalmente una combinación variada de negro, pardo, blanco, amarillo y verde. Muchos tienen una cresta eréctil. La familia presenta una gran diversidad en las proporciones corporales, la forma y la estructura del pico, y la longitud de las patas (Fjeldsa y Krabbe, 1990).

Las especies de la familia Thraupidae conocidas como tangaras son aves del nuevo mundo. La mayoría son de colores brillantes con un parecido a un pinzón, a veces bastante delgado. La mayoría tiene llamadas agudas y generalmente se desplazan en bandadas mixtas. La mayoría de tangaras viven en parejas permanentes o estacionales, aunque algunas son poligámicas. Estas especies viven en bosques húmedos donde se alimentan de frutos, bayas e insectos (Fjeldsa y Krabbe, 1990). El plumaje es muy variable, desde colores brillantes hasta tonos grises (Londoño, 2006).

Tabla 7.11. Familias y números de especies de aves registradas en el área de evaluación de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

N.º	N.º Familias	N.º Especies	Porcentaje (%)
1	Anatidae	1	1,61
2	Columbidae	3	4,84
3	Cuculidae	3	4,84
4	Caprimulgidae	1	1,61
5	Trochilidae	2	3,23
6	Burhinidae	1	1,61
7	Fregatidae	1	1,61
8	Cathartidae	2	3,23
9	Accipitridae	4	6,45
10	Strigidae	2	3,23
11	Picidae	2	3,23
12	Falconidae	1	1,61
13	Psittacidae	2	3,23



N.º	N.º Familias	N.º Especies	Porcentaje (%)
14	Thamnophilidae	1	1,61
15	Furnariidae	2	3,23
16	Tyrannidae	12	19,35
17	Corvidae	1	1,61
18	Hirundinidae	2	3,23
19	Troglodytidae	3	4,84
20	Poliopitidae	1	1,61
21	Mimidae	1	1,61
22	Passerellidae	1	1,61
23	Icteridae	4	6,45
24	Thraupidae	9	14,52
Total		62	100

Es importante recalcar que en la evaluación realizada se aplicaron 3 métodos, mediante las búsquedas intensivas se registraron 1271 individuos pertenecientes a 62 especies, los valores obtenidos con este método fueron utilizados para los análisis cuantitativos. Mediante el método de Listas fijas, se registraron 62 especies en 100 listas fijas, los datos obtenidos con este método fueron utilizados para la curva de acumulación de especies y mediante el método de redes niebla, se registraron 61 individuos pertenecientes a 18 especies (Tabla 7.12).

Tabla 7.12. Composición de especies de aves registradas según los métodos de evaluación empleados en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

N.º	Especie	Nombre común	Métodos		
			Búsquedas intensivas	Redes Niebla	Listas Fijas
1	<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	Pato Crestado Americano	4	-	1
2	<i>Columbina cruziana</i>	Tórtola Melódica	41	2	1
3	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	66	4	1
4	<i>Zenaida meloda</i>	Tortolita Peruana	57	-	1
5	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Garrapatero de Pico Estriado	36	4	1
6	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Cuclillo Listado	10	1	1
7	<i>Tapera naevia</i>	Cuclillo de Pico Negro	3	-	1
8	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	2	-	1
9	<i>Thaumasius baeri</i>	Colibrí de Cora	1	-	1
10	<i>Thaumastura cora</i>	Colibrí de Tumbes	1	-	1
11	<i>Burhinus superciliosus</i>	Alcaraván Huerequeque	2	-	1
12	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	36	-	1
13	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	31	-	1
14	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	41	-	1
15	<i>Buteo albonotatus</i>	Gavilán Zancón	1	-	1
16	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Gavilán Mixto	1	-	1
17	<i>Geranoospiza caerulescens</i>	Aguilucho Variable	2	-	1
18	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguilucho de Cola Fajeada	1	-	1
19	<i>Athene cunicularia</i>	Lechucita Peruana	5	-	1
20	<i>Glaucidium peruanum</i>	Lechuza Terrestre	2	1	1
21	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero de Dorso Escarlata	5	2	1
22	<i>Dryobates callonotus</i>	Carpintero Pardo	1	-	1
23	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Crestado	4	-	1
24	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	76	3	1
25	<i>Psittacara erythrogenys</i>	Cotorra de Cabeza Roja	21	-	1
26	<i>Thamnophilus bernardi</i>	Batará Acollarado	17	-	1
27	<i>Furnarius leucopus</i>	Trepador de Cabeza Rayada	12	6	1



N.º	Especie	Nombre común	Métodos		
			Búsquedas intensivas	Redes Niebla	Listas Fijas
28	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Hornero de Pata Pálida	102	4	1
29	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tirano-Pigmeo de Corona Leonada	3	-	1
30	<i>Contopus cinereus</i>	Mosquerito Silbador	6	-	1
31	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	Fío-Fío del Pacífico	1	-	1
32	<i>Muscigralla brevicauda</i>	Moscareta Murina	2	-	1
33	<i>Myiarchus semirufus</i>	Moscareta Gris y Blanca	4	-	1
34	<i>Myiodynastes bairdii</i>	Dormilona de Cola Corta	21	7	1
35	<i>Myiopagis subplacens</i>	Mosquero de Baird	30	-	1
36	<i>Phaeomyias murina</i>	Tirano de Garganta Nívea	4	1	1
37	<i>Pseudelaenia leucospodia</i>	Tirano Tropical	18	-	1
38	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Copetón Rufo	1	-	1
39	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Mosquero Bermellón	47	-	1
40	<i>Tyrannus niveigularis</i>	Pibí Tropical	2	-	1
41	<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca de Cola Blanca	26	7	1
42	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	5	-	1
43	<i>Tachycineta stolzmanni</i>	Golondrina de Tumbes	9	-	1
44	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Cucarachero Común	2	-	1
45	<i>Cantorchilus superciliaris</i>	Cucarachero Ondeado	21	-	1
46	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero con Ceja	7	-	1
47	<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita Tropical	25	-	1
48	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	152	11	1
49	<i>Rhynchospiza stolzmanni</i>	Gorrión de Tumbes	19	-	1
50	<i>Dives waczewiczi</i>	Pastorero Peruano	62	1	1
51	<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero de Filos Blancos	4	1	1
52	<i>Leistes bellicosus</i>	Tordo Brilloso	22	2	1
53	<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo de Matorral	11	3	1
54	<i>Conothraupis speculigera</i>	Chirigüe Azafranado	5	1	1
55	<i>Piezorhina cinerea</i>	Chirigüe de Garganta Azufrada	160	-	1
56	<i>Poospiza hispaniolensis</i>	Semillerito Negro Azulado	1	-	1
57	<i>Rhodospingus cruentus</i>	Tangara Negra y Blanca	2	-	1
58	<i>Saltator striatipectus</i>	Pinzón de Pecho Carmesí	1	-	1
59	<i>Sicalis flaveola</i>	Espiguero Pico de Loro	6	-	1
60	<i>Sicalis taczanowskii</i>	Saltador Rayado	2	-	1
61	<i>Sporophila peruviana</i>	Fringilo Cinéreo	1	-	1
62	<i>Volatinia jacarina</i>	Monterita Acollarada	8	-	1
Riqueza de Especies			62	18	62
Abundancia			1271	61	-

7.4.2.2. Abundancia de especies

Analizando los datos obtenidos de las búsquedas intensivas, se registraron 1271 individuos pertenecientes a 62 especies. La especie con mayor abundancia registrada fue *Sicalis taczanowskii* «chirigüe de garganta azufrada» con 160 individuos registrados que representaron el 12,59 %, seguido de la especie *Mimus longicaudatus* «calandria de cola larga» con 152 individuos registrados que representaron el 11,96 %. La tercera especie con mayor abundancia fue *Furnarius leucopus* «hornero de pata pálida» con 102 individuos que representaron el 8,03 %, seguido de la especie *Forpus coelestis* «periquito esmeralda» con 76 individuos que representaron el 5,98 % (Tabla 7.13).

**Tabla 7.13.** Abundancia total y relativa de las aves registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

N.º	Especie	Nombre Común	Ab. Total	Ab. Relativa
1	<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	Pato Crestudo Americano	4	0,31
2	<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola Melódica	41	3,23
3	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	66	5,19
4	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	57	4,48
5	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de Pico Estriado	36	2,83
6	<i>Tapera naevia</i>	Cuculillo Listado	10	0,79
7	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuculillo de Pico Negro	3	0,24
8	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	2	0,16
9	<i>Thaumastura cora</i>	Colibrí de Cora	1	0,08
10	<i>Thaumasius baeri</i>	Colibrí de Tumbes	1	0,08
11	<i>Burhinus supercilii</i>	Alcaraván Huerequeque	2	0,16
12	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	36	2,83
13	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	31	2,44
14	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	41	3,23
15	<i>Geranospiza caeruleascens</i>	Gavilán Zancón	1	0,08
16	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán Mixto	1	0,08
17	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable	2	0,16
18	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguilucho de Cola Fajeada	1	0,08
19	<i>Glaucidium peruanum</i>	Lechucita Peruana	5	0,39
20	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza Terrestre	2	0,16
21	<i>Dryobates callonotus</i>	Carpintero de Dorso Escarlata	5	0,39
22	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero Pardo	1	0,08
23	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Crestado	4	0,31
24	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	76	5,98
25	<i>Psittacara erythrogenys</i>	Cotorra de Cabeza Roja	21	1,65
26	<i>Thamnophilus bernardi</i>	Batará Acollarado	17	1,34
27	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepador de Cabeza Rayada	12	0,94
28	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	102	8,03
29	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	Tirano-Pigmeo de Corona Leonada	3	0,24
30	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Mosquerito Silbador	6	0,47
31	<i>Myiopagis subplacens</i>	Fío-Fío del Pacífico	1	0,08
32	<i>Phaeomyias murina</i>	Moscareta Murina	2	0,16
33	<i>Pseudelaenia leucospodia</i>	Moscareta Gris y Blanca	5	0,39
34	<i>Muscigralla brevicauda</i>	Dormilona de Cola Corta	21	1,65
35	<i>Myiodynastes bairdii</i>	Mosquero de Baird	30	2,36
36	<i>Tyrannus niveigularis</i>	Tirano de Garganta Nívea	4	0,31
37	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	17	1,34
38	<i>Myiarchus semirufus</i>	Copetón Rufo	1	0,08
39	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	47	3,70
40	<i>Contopus cinereus</i>	Pibí Tropical	2	0,16
41	<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca de Cola Blanca	26	2,05
42	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	5	0,39
43	<i>Tachycineta stolzmanni</i>	Golondrina de Tumbes	9	0,71
44	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero Común	2	0,16
45	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Cucarachero Ondeado	20	1,57
46	<i>Cantorchilus supercilii</i>	Cucarachero con Ceja	8	0,63
47	<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita Tropical	25	1,97
48	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	152	11,96
49	<i>Rhynchospiza stolzmanni</i>	Gorrión de Tumbes	19	1,49
50	<i>Leistes bellicosus</i>	Pastorero Peruano	62	4,88
51	<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero de Filos Blancos	4	0,31
52	<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo Brilloso	22	1,73

N.º	Especie	Nombre Común	Ab. Total	Ab. Relativa
53	<i>Dives waczewiczi</i>	Tordo de Matorral	11	0,87
54	<i>Sicalis flaveola</i>	Chirigüe Azafranado	5	0,39
55	<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe de Garganta Azufrada	160	12,59
56	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito Negro Azulado	1	0,08
57	<i>Conothraupis speculigera</i>	Tangara Negra y Blanca	2	0,16
58	<i>Rhodospingus cruentus</i>	Pinzón de Pecho Carmesí	1	0,08
59	<i>Sporophila peruviana</i>	Espiguero Pico de Loro	6	0,47
60	<i>Saltator striatipectus</i>	Saltador Rayado	2	0,16
61	<i>Piezorhina cinerea</i>	Fringilo Cinéreo	1	0,08
62	<i>Poospiza hispaniolensis</i>	Monterita Acollarada	8	0,63
Total			1271	100

La especie *Sicalis taczanowskii* es un ave nómada con forma de pinzón, propia de los desiertos y matorrales áridos del noroeste de Perú y del suroeste de Ecuador. A menudo se le encuentra en bandadas de cientos de aves que vuelan en formaciones arremolinadas. Esta especie se caracteriza por tener una estela amarillenta en su cara y garganta, dorso rayado, pico robusto y pesado con el borde superior más curvo y el inferior más largo y recto, cola relativamente corta (Schulenberg *et al.* 2010).

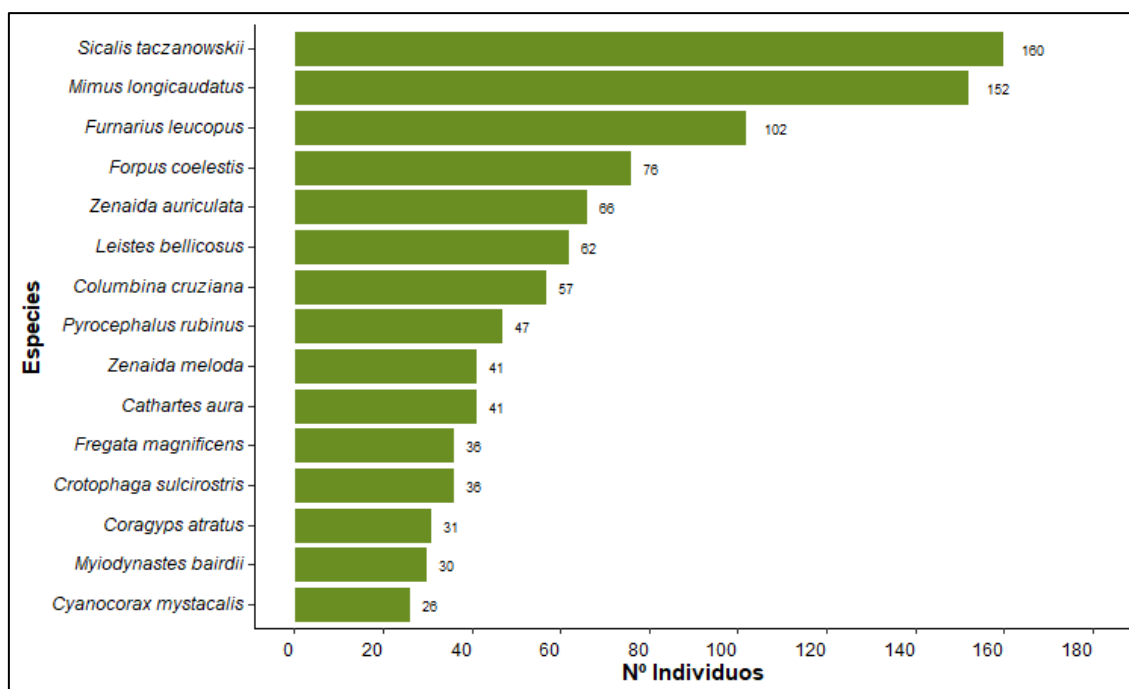


Figura 7.61. Especies con mayor abundancia registrada en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

7.4.2.3. Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939, fue calculada en base al modelo de la ecuación de Clench utilizando los datos obtenidos de las listas fijas, para ello se utilizaron los programas: *Estimates* versión 9 (Colwell, 2013), con el cual se obtuvieron los valores necesarios para poder realizar la curva de acumulación, la misma que fue graficada (ajustada al modelo de Clench) utilizando el software estadístico *Statística 7.0*. En este análisis se utilizó la riqueza total de especies: 62 especies.

Las 62 especies registradas en el área de estudio representaron el 87,21 % del total esperado (71 especies), el cual fue calculado por el modelo. El modelo indica que para los valores mayores al 70 %, la estimación de la riqueza asintótica se hace estable (Jiménez y Hortal, 2003). El porcentaje obtenido en la evaluación temprana indicó que el esfuerzo de muestreo realizado fue el adecuado y que el inventario de aves obtenido es bastante completo y altamente confiable. Las especies que según el modelo no fueron registradas, probablemente correspondan a especies de hábitos nocturnos o crepusculares, ocasionales, con migración altitudinal o estacionales (Figura 7.62)

El coeficiente de determinación R² fue de 0,999, este valor representa un ajuste altamente aceptable al modelo, además indica que, si se realiza un mayor esfuerzo de muestro, matemáticamente sería posible encontrar especies nuevas, de baja abundancia y poca ocurrencia y así se incrementaría la riqueza de especies en la zona.

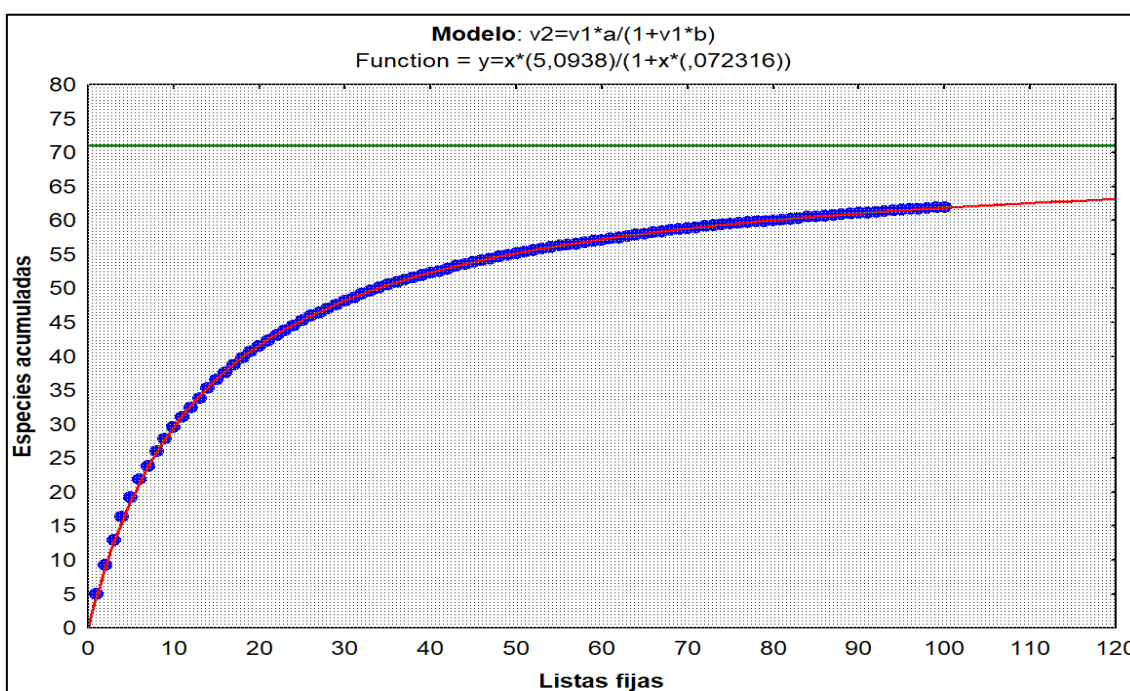


Figura 7.62. Curva de acumulación de especies registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

7.4.2.4. Curva rango abundancia

Para un análisis más completo de la composición y distribución de las aves presentes en la zona de estudio se realizaron curvas rango – abundancia según Whittaker (1965), para lo cual se utilizaron los datos de riqueza y abundancia registradas en cada plataforma mediante las búsquedas intensivas.

Las pendientes pronunciadas de las curva rango – abundancia es una característica de las comunidades con poco equilibrio, es decir, son de baja equidad, predominadas por 1 o 2 especies. En la Figura 7.63 se observa las pendientes de cada zona evaluada donde se observa que en la zona de evaluación que comprende a las plataformas Piedra Candela 3X, Cardo 2X, Cope Sur 5X y Piedra Candela 3X - Blanco-1 (en adelante Blanco-1) las pendientes son poco pronunciadas, lo que indica que en estas áreas hubo equilibrio y una alta equidad, es decir, las especies estuvieron equitativamente distribuidas en la muestra; sin embargo, en Cope Sur 1X, se observa que la pendiente es muy pronunciada, esto debido

a la abundancia de una especie, lo cual indica una baja equidad, es decir, que la riqueza está siendo influenciada por una especie.

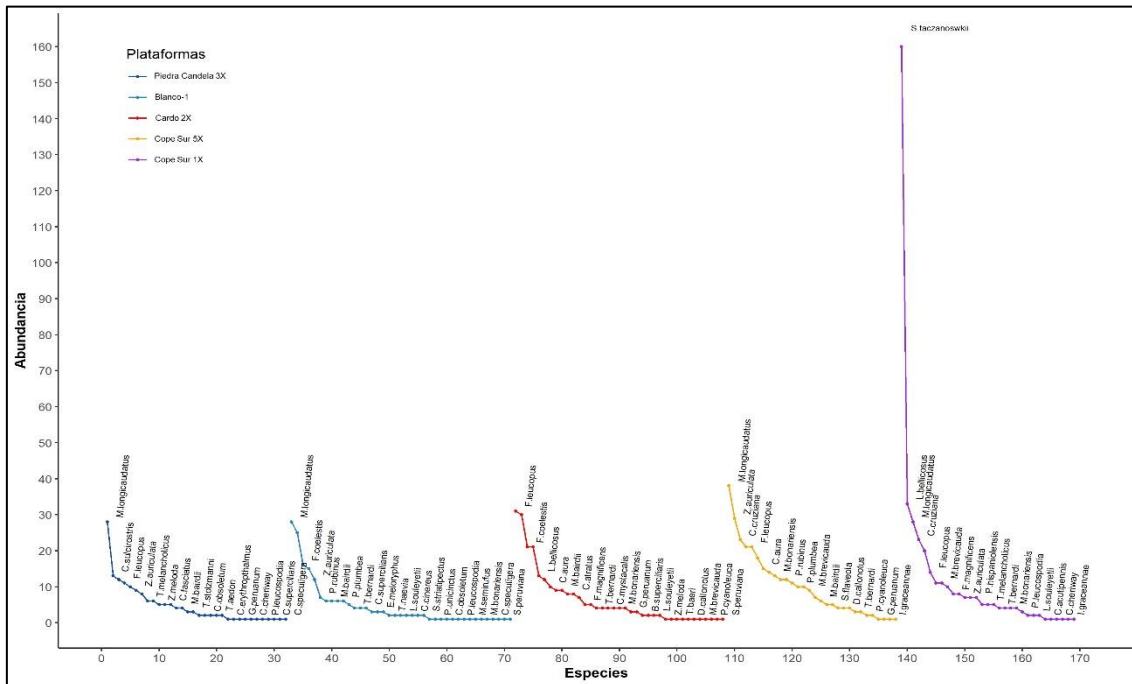


Figura 7.63. Curvas rango – abundancia de las especies registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

En la Figura 7.63, se observa la distribución de las aves en cada zona y se ve que la distribución de ellas es uniforme en cada curva, esto podría deberse a la estructura de la vegetación, la cual corresponde a un bosque seco, conformado por árboles de una altura aproximada entre 12 a 15 m, de más de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) y una cobertura en temporada húmeda de más del 75 %; sin embargo, en temporada seca, esta decae considerablemente, debido a las características propias del ecosistema.

En cada plataforma se observa a todos los grupos funcionales de aves que permiten que este ecosistema se mantenga, se tiene a especies como *Conothraupis speculigera*, *Sporophila peruviana*, *Saltator striatipectus*, *Sicalis flaveola*, entre otros cuya alimentación es principalmente a base de frutos y su función consiste en ser agentes dispersoras de semillas o especies como *Thaumastura cori* y *Thaumasius baeri*, cuya función es la polinización. Ambos grupos forman parte de un proceso ecológico importante para el mantenimiento y la recuperación de los ecosistemas ya que contribuyen en el ciclo reproductivo de las plantas adultas.

También se puede encontrar a especies como *Tyrannus melancholicus*, *Myiodynastes bairdii*, *Tachycineta stolzmanni*, *Leistes bellicosus* entre otras, cuya función es ser controladoras de insectos o especies como *Parabuteo unicinctus*, *Geranoaetus polyosoma*, *Geranoospiza caerulescens*, *Caracara cheriway*, *Athene cunicularia* o *Glaucidium peruanum*, la cuales se encuentran en la cima de la cadena alimenticia, y su función es controlar y regular a las poblaciones de las demás especies de animales, lo cual favorece al equilibrio, es decir, en un estado de autorregulación.

Todas las especies cumplen un rol importante en el mantenimiento y regulación natural del ecosistema, lo cual se ve reflejado en el registro de aves realizado en esta evaluación.

La presencia de especies raras, o especies endémicas es un indicio de que el ecosistema se encuentra en buen estado, lo cual sirve para considerar al área de estudio como una zona de importancia para la conservación de las aves.

7.4.2.5. Composición y abundancia de especies por zona de evaluación

Analizando los datos obtenidos en las zonas de evaluación que comprenden a las 4 plataformas y el Blanco-1, se tiene que la mayor riqueza de especies la presentó el Blanco-1 con 39 especies registradas seguido de el Cardo 2X con 37 especies y, en tercer lugar, la zona de Piedra Candela 3X con 32 especies.

Analizando los datos por abundancia, se tiene que la plataforma con la mayor abundancia registrada fue Cope Sur 1X con 393 individuos, seguido de la plataforma Cope Sur 5X con 305 individuos mientras que la plataforma Cardo 2X fue la tercera más abundante con 238 individuos.

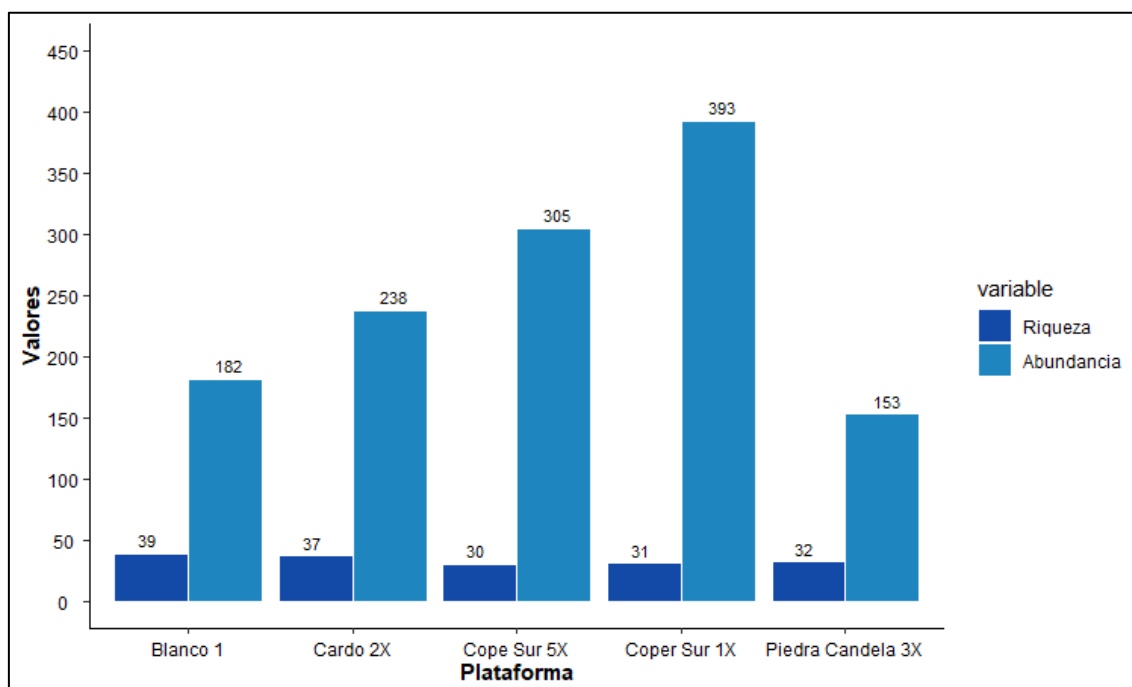


Figura 7.64. Curva de acumulación de especies registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

A continuación, se presentan los datos de riqueza y abundancia de las aves registradas mediante el método de búsquedas intensivas realizadas en el área de estudio.

a) Piedra Candela 3X

Esta zona de evaluación corresponde a la plataforma de perforación Piedra Candela 3X, en ella se registró un total de 153 individuos pertenecientes a 32 especies, 17 familias y 9 órdenes taxonómicos. El orden con mayor representatividad fue Passeriformes con 19 especies y 9 familias, que representaron el 59,38 % del total, seguido de los órdenes Columbiformes y Cuculiformes, ambas con 3 especies y una familia registrada, que representaron el 9,38 % del total, seguido del orden Strigiformes con 2 especies y una familia que representaron el 6,25 % del total. Los órdenes restantes registraron una sola especie y familia, representaron el 3,13 % (Tabla 7.14).



Analizando los datos por familia, se tienen que la familia Tyrannidae (mosqueros) fue la más representativa con 6 especies que representaron el 18,75 %, seguido de las familias Troglodytidae (cucaracheros), Columbidae (palomas) y Cuculidae (garrapateros), todas con 3 especies que representaron el 9,38 %, seguido de las familias Strigidae (búhos), Furnariidae (horneros), Hirundinidae (golondrinas) e Icteridae (bolseros), todas con 2 especies registradas que representaron el 6,25 % del total, cada una (Tabla 7.14).

Tabla 7.14. Riqueza y abundancia de las aves registradas en plataforma Piedra Candela 3X

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Piedra Candela 3X	
				Ab. Total	Ab. Rel (%)
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola Melódica	5	3,27
		<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	9	5,88
		<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	4	2,61
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de Pico Estriado	13	8,50
		<i>Tapera naevia</i>	Cuculillo Listado	8	5,23
		<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuculillo de Pico Negro	1	0,65
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	5	3,27
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	3	1,96
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguilucho de Cola Fajeada	1	0,65
Strigiformes	Strigidae	<i>Glauucidium peruanum</i>	Lechucita Peruana	1	0,65
		<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza Terrestre	1	0,65
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Crestado	1	0,65
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	10	6,54
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus bernardi</i>	Batará Acollarado	2	1,31
	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepador de Cabeza Rayada	1	0,65
		<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	11	7,19
	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Mosquerito Silbador	2	1,31
		<i>Pseudelaenia leucospodia</i>	Moscareta Gris y Blanca	1	0,65
		<i>Myiodynastes bairdii</i>	Mosquero de Baird	4	2,61
		<i>Tyrannus niveigularis</i>	Tirano de Garganta Nívea	1	0,65
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	6	3,92
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	6	3,92
	Corvidae	<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca de Cola Blanca	12	7,84
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	2	1,31
		<i>Tachycineta stolzmanni</i>	Golondrina de Tumbes	3	1,96
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero Común	2	1,31
		<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Cucarachero Ondeado	5	3,27
		<i>Cantorchilus superciliosus</i>	Cucarachero con Ceja	1	0,65
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	28	18,30
Icteridae	<i>Leistes bellicosus</i>	Pastorero Peruano	1	0,65	
	<i>Dives waczewiczi</i>	Tordo de Matorral	2	1,31	
Thraupidae	<i>Conothraupis speculigera</i>	Tangara Negra y Blanca	1	0,65	
Riqueza de especies				32	
Abundancia de especies				153	

Ab: Abundancia total; AR: Abundancia relativa

De las 32 especies registradas en esta zona, la de mayor abundancia fue *Mimus longicaudatus* «calandria de cola larga» con 28 individuos registrados que representaron el 18,30 %, seguido de la especie *Crotophaga sulcirostris* «garrapatero de pico estriado» con 13 individuos registrados que representaron el 8,50 %, en tercer lugar se encuentra la especie *Cyanocorax mystacalis* «urraca de cola blanca» con 12 individuos que representaron el 7,84 % del total, seguido de la especie *Furnarius leucopus* «hornero de

pata pálida» con 11 individuos que representaron el 7,19 %, seguido de la especie *Forpus coelestis* «periquito esmeralda» con 10 individuos que representaron el 6,54 % (Tabla 7.14 y Figura 7.65)

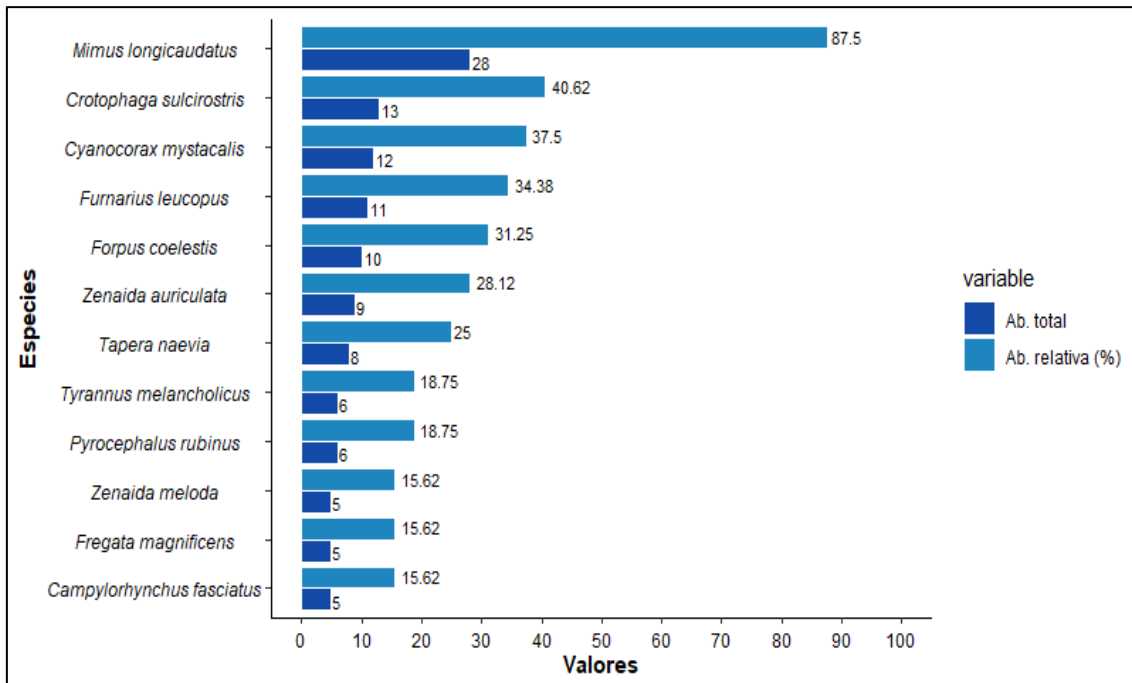


Figura 7.65. Especies de aves con la mayor abundancia total registrada en la plataforma Piedra Candela 3X

b) Blanco-1

En el Blanco-1, se registró 182 individuos pertenecientes a 39 especies, 16 familias y 7 órdenes taxonómicos. El orden más representativo fue Passeriformes con 29 especies y 10 familias que representaron el 74,36 % del total, seguido del orden Cuculiformes con 3 especies y una familia, que representaron el 7,69 %, seguido por los órdenes Columbiformes y Cathartiformes ambos con 2 especies y una familia, que representaron el 5,13 % cada una. Los órdenes restantes registraron una sola especie y familia y representaron el 2,56 % (Tabla 7.15).

Analizando los datos por familia se tiene, que la más representativa fue Tyrannidae (mosqueritos) con 10 especies que representaron el 25,64 %, seguido de la familia Thraupidae (tangaras) con 6 especies que representaron el 15,38 %. La familia Icteridae (bolseros) fue la siguiente con 4 especies registradas que representaron el 10,26 %, seguido de la familia Cuculidae (garrapateros) con 3 especies que representaron el 7,69 %.

Tabla 7.15. Riqueza y abundancia de las aves registradas en el Blanco-1

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Blanco-1	
				Ab. Total	Ab. Rel (%)
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola Melódica	3	1,65
		<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	12	6,59
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de Pico Estriado	15	8,24
		<i>Tapera naevia</i>	Cuclillo Listado	2	1,10
		<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuclillo de Pico Negro	2	1,10
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	1	0,55
		<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	6	3,30



Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Blanco-1	
				Ab. Total	Ab. Rel (%)
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán Mixto	1	0,55
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza Terrestre	1	0,55
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	16	8,79
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus bernardi</i>	Batará Acollarado	4	2,20
	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepador de Cabeza Rayada	2	1,10
		<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	25	13,74
	Tyrannidae	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	Tirano-Pigmeo de Corona Leonada	3	1,65
		<i>Camptostoma obsoletum</i>	Mosquerito Silbador	1	0,55
		<i>Myiopagis subplacens</i>	Fío-Fío del Pacífico	1	0,55
		<i>Pseudelaenia leucospodia</i>	Moscaveta Gris y Blanca	1	0,55
		<i>Myiodynastes bairdii</i>	Mosquero de Baird	6	3,30
		<i>Tyrannus niveigularis</i>	Tirano de Garganta Nívea	1	0,55
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	2	1,10
		<i>Myiarchus semirufus</i>	Copetón Rufo	1	0,55
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	7	3,85
		<i>Contopus cinereus</i>	Pibí Tropical	2	1,10
	Corvidae	<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca de Cola Blanca	6	3,30
	Hirundinidae	<i>Tachycineta stolzmanni</i>	Golondrina de Tumbes	3	1,65
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Cucarachero Ondeado	4	2,20
		<i>Cantorchilus superciliaris</i>	Cucarachero con Ceja	4	2,20
	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita Tropical	6	3,30
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	28	15,38
	Icteridae	<i>Leistes bellicosus</i>	Pastorero Peruano	5	2,75
		<i>Icterus graceanae</i>	Bolsero de Filos Blancos	1	0,55
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo Brilloso	1	0,55
		<i>Dives waczewiczi</i>	Tordo de Matorral	2	1,10
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito Negro Azulado	1	0,55	
	<i>Conothraupis speculigera</i>	Tangara Negra y Blanca	1	0,55	
	<i>Rhodospingus cruentus</i>	Pinzón de Pecho Carmesí	1	0,55	
	<i>Sporophila peruviana</i>	Espiguero Pico de Loro	1	0,55	
	<i>Saltator striatipectus</i>	Saltador Rayado	2	1,10	
	<i>Poospiza hispaniolensis</i>	Monterita Acollarada	1	0,55	
Riqueza de especies				39	
Abundancia de especies				182	

Ab: Abundancia total; AR: Abundancia relativa

De las 39 especies registradas, la más representativa fue *Mimus longicaudatus* «calandria de cola larga» con 28 individuos que representaron el 15,38 % del total, seguido por la especie *Furnarius leucopus* «hornero de pata pálida» con 25 individuos que representaron el 13,74 %, en tercer lugar, se encuentra la especie *Forpus coelestis* «periquito esmeralda» con 16 individuos que representan el 8,79. Las especies *Crotophaga sulcirostris* «garrapatero de pico estriado» y *Zenaida auriculata* «tortola orejuda» son las siguientes con 15 y 12 individuos que representaron el 8,24 % y 6,59 % respectivamente (Tabla 7.15 y Figura 7.66).

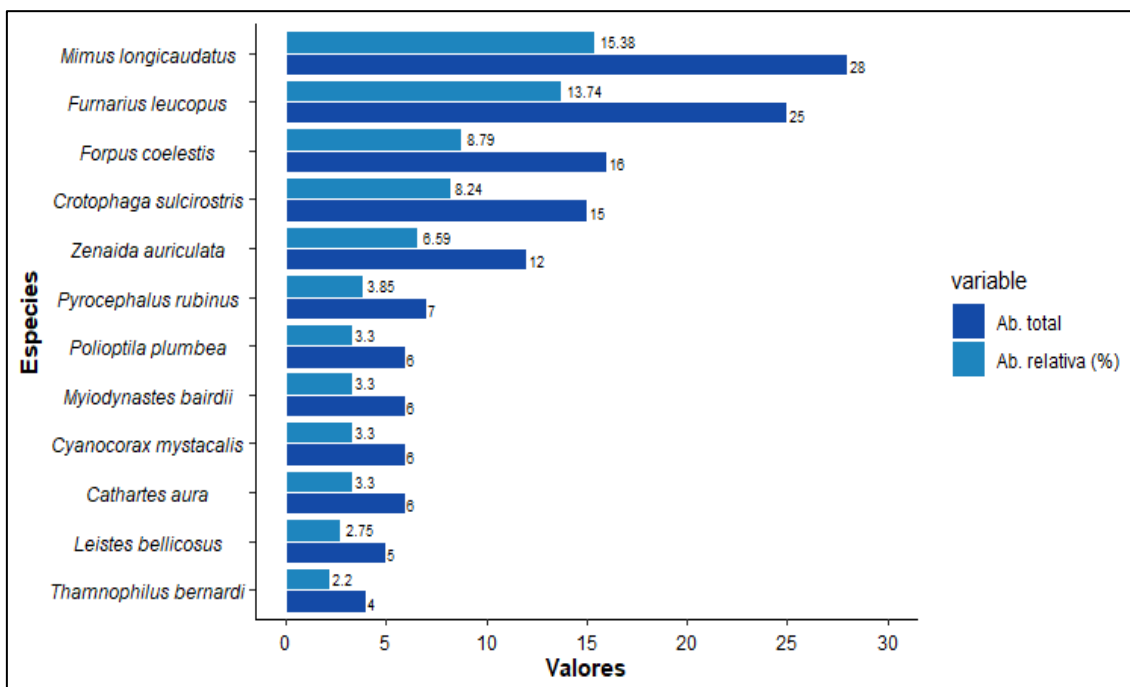


Figura 7.66. Especies de aves con la mayor abundancia total y relativa registradas en la zona de evaluación Blanco-1

c) Cardo 2X

Esta zona de evaluación corresponde a la plataforma de perforación Cardo 2X, en ella se registraron 238 individuos pertenecientes a 37 especies, 22 familias y 13 órdenes taxonómicos. El orden más representativo fue Passeriformes con 20 especies registradas y 10 familias, que representaron el 54,05 % del total de especies registradas, seguidos por el orden Columbiformes con 3 especies y una familia registrada, que representaron el 8,11 %. Los órdenes Cathartiformes, Piciformes y Psittaciformes son los siguientes con 2 especies y una familia, que representaron el 2,70 % cada una. Los órdenes restantes registraron una sola especie y familia, que representaron el 2,56 % (Tabla 7.16).

Revisando los datos por familia, se tiene que la familia más representativa fue Tyrannidae (mosqueros) con 7 especies que representaron el 18,92 %, seguido de la familia Icteridae (bolseros) con 4 especies que representaron el 10,81 %, en tercer lugar, se encuentra la familia Columbidae (palomas) con 3 especies que representaron el 8,11 %. Las familias Cathartidae (gallinazos), Picidae (carpinteros), Psittacidae (loros) y Furnariidae (horneros) fueron las siguientes con 2 especies registradas que representaron el 5,41 % (Tabla 7.16).

Tabla 7.16. Riqueza y abundancia de las aves registradas en la plataforma Cardo 2X

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cardo 2X	
				Ab. Total	Ab. Rel (%)
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola Melódica	1	0,42
		<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	9	3,78
		<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	7	2,94
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de Pico Estriado	8	3,36
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	1	0,42
Apodiformes	Trochilidae	<i>Thaumasius baeri</i>	Colibrí de Tumbes	1	0,42
Charadriiformes	Burhinidae	<i>Burhinus superciliosus</i>	Alcaraván Huerequeque	2	0,84
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	5	2,1



Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cardo 2X	
				Ab. Total	Ab. Rel (%)
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	8	3,36
		<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	10	4,2
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán Zancón	1	0,42
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium peruanum</i>	Lechucita Peruana	3	1,26
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates callonotus</i>	Carpintero de Dorso Escarlata	1	0,42
		<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero Pardo	1	0,42
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Crestado	2	0,84
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	21	8,82
		<i>Psittacara erythrogenys</i>	Cotorra de Cabeza Roja	21	8,82
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus bernardi</i>	Batará Acollarado	4	1,68
	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepador de Cabeza Rayada	2	0,84
		<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	31	13,03
	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Mosquerito Silbador	3	1,26
		<i>Phaeomyias murina</i>	Moscaveta Murina	2	0,84
		<i>Muscigralla brevicauda</i>	Dormilona de Cola Corta	1	0,42
		<i>Myiodynastes bairdii</i>	Mosquero de Baird	9	3,78
		<i>Tyrannus niveigularis</i>	Tirano de Garganta Nívea	1	0,42
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	4	1,68
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	12	5,04
	Corvidae	<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca de Cola Blanca	4	1,68
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	1	0,42
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Cucarachero Ondeado	4	1,68
	Poliophtilidae	<i>Poliophtila plumbea</i>	Perlita Tropical	5	2,1
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	30	12,61
	Icteridae	<i>Leistes bellicosus</i>	Pastorero Peruano	13	5,46
		<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero de Filos Blancos	1	0,42
<i>Molothrus bonariensis</i>		Tordo Brilloso	4	1,68	
<i>Dives warczewiczi</i>		Tordo de Matorral	4	1,68	
Thraupidae	<i>Sporophila peruviana</i>	Espiguero Pico de Loro	1	0,42	
Riqueza de especies				37	
Abundancia de especies				238	

Ab: Abundancia total; AR: Abundancia relativa

De las 37 especies registradas en esta zona, la especie con la mayor abundancia registrada fue *Furnarius leucopus* «hornero de pata pálida» con 31 individuos registrados que representaron el 13,03 %, seguido de *Mimus longicaudatus* «calandria de cola larga» con 30 individuos que representaron el 12,61 %, seguido de las especies *Psittacara erythrogenys* «cotorra de cabeza roja» y *Forpus coelestis* «periquito esmeralda» ambas con 21 individuos registrados que representaron el 8,82 %. La especie *Leistes bellicosus* «pastorero peruano» fue la siguiente, con 13 individuos registrados que representaron el 5,46 %, seguido de la especie *Pyrocephalus rubinus* «mosquero bermellón» con 12 especies que representaron el 5,04 % (Tabla 7.17 y Figura 7.67).

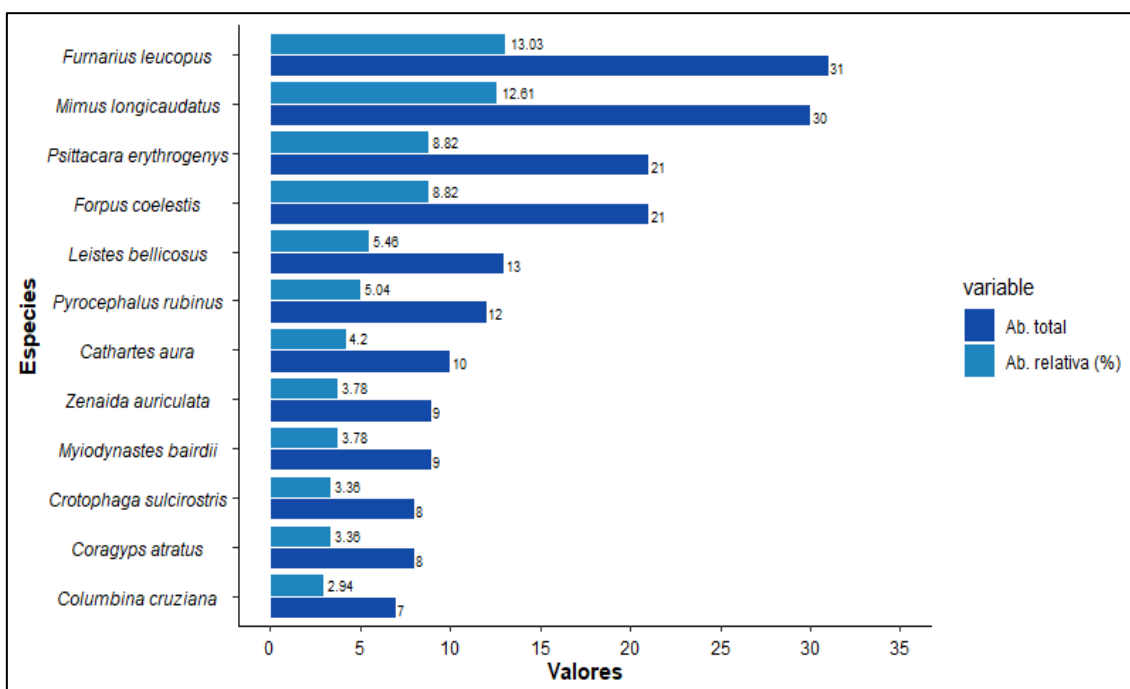


Figura 7.67. Especies de aves con la mayor abundancia total y relativa registradas en la plataforma Cardo 2X

d) Cope Sur 5X

En esta zona de evaluación se registraron 305 individuos pertenecientes a 30 especies, 18 familias y 8 órdenes taxonómicos. El orden más representativo fue Passeriformes con 20 especies y 11 familias, representando el 66,67 % del total, seguido del orden Columbiformes con 3 especies y una familia, representando el 10 %, en tercer lugar, se encuentra el orden Cathartiformes con 2 especies y 1 familia, representando el 6,67 %. Los demás órdenes, presentaron solo una especie y familia, que representaron el 3,33 % cada uno (Tabla 7.17).

Con respecto a la familias registradas, se tiene que las familias más representativas fueron Icteridae (bolseros) y Tyrannidae (mosqueros) ambas con 4 especies que representaron el 13,33 %, seguido de la familia Columbidae (palomas) con 3 especies que representaron el 10 %, las familias Cathartidae (gallinazos), Furnariidae (horneros), Hirundinidae (golondrinas) y Troglodytidae (cucaracheros), fueron las siguientes con 2 especies cada una, que representaron el 6,67 % (Tabla 7.17).

Tabla 7.17. Riqueza y abundancia de las aves registradas en la plataforma Cope Sur 5X

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cope Sur 5X	
				Ab. Total	Ab. Rel (%)
Anseriformes	Anatidae	<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	Pato Crestudo Americano	4	1,31
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola Melódica	12	3,93
		<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	29	9,51
		<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	23	7,54
		Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	11	3,61
		<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	15	4,92
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium peruanum</i>	Lechucita Peruana	1	0,33
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates callonotus</i>	Carpintero de Dorso Escarlata	4	1,31
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	21	6,89



Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cope Sur 5X	
				Ab. Total	Ab. Rel (%)
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus bernardi</i>	Batará Acollarado	3	0,98
	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepador de Cabeza Rayada	5	1,64
		<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	21	6,89
	Tyrannidae	<i>Muscivora brevicauda</i>	Dormilona de Cola Corta	9	2,95
		<i>Myiodynastes bairdii</i>	Mosquero de Baird	6	1,97
		<i>Tyrannus niveigularis</i>	Tirano de Garganta Nívea	1	0,33
	Corvidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	12	3,93
		<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca de Cola Blanca	4	1,31
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	2	0,66
		<i>Tachycineta stolzmanni</i>	Golondrina de Tumbes	3	0,98
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Cucarachero Ondeado	7	2,30
		<i>Cantorchilus superciliosus</i>	Cucarachero con Ceja	2	0,66
	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita Tropical	10	3,28
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	38	12,46
	Passerellidae	<i>Rhynchospiza stolzmanni</i>	Gorrión de Tumbes	14	4,59
	Icteridae	<i>Leistes bellicosus</i>	Pastorero Peruano	10	3,28
		<i>Icterus graceanae</i>	Bolsero de Filos Blancos	1	0,33
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo Brilloso	13	4,26
		<i>Dives warczewiczi</i>	Tordo de Matorral	1	0,33
	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>	Chirigüe Azafranado	5	1,64
Riqueza de especies				30	
Abundancia de especies				305	

Ab: Abundancia total; AR: Abundancia relativa

La especie con la mayor abundancia registrada fue *Mimus longicaudatus* «calandria de cola larga» con 38 individuos registrados que representaron el 12,46 % del total, seguido de la especie *Zenaidura macroura* «tortolita orejada» con 29 individuos que representaron el 9,51 %. En tercer lugar, se encuentra la especie *Columbiga cruziana* «tortolita peruana» con 23 individuos que representaron el 7,54 %, seguido de las especies *Forpus coelestis* «periquito esmeralda» y *Furnarius leucopus* «hornero de pata pálida», ambas con 21 individuos que representaron el 6,89 % cada uno (Tablas 7.17 y Figura 7.68).

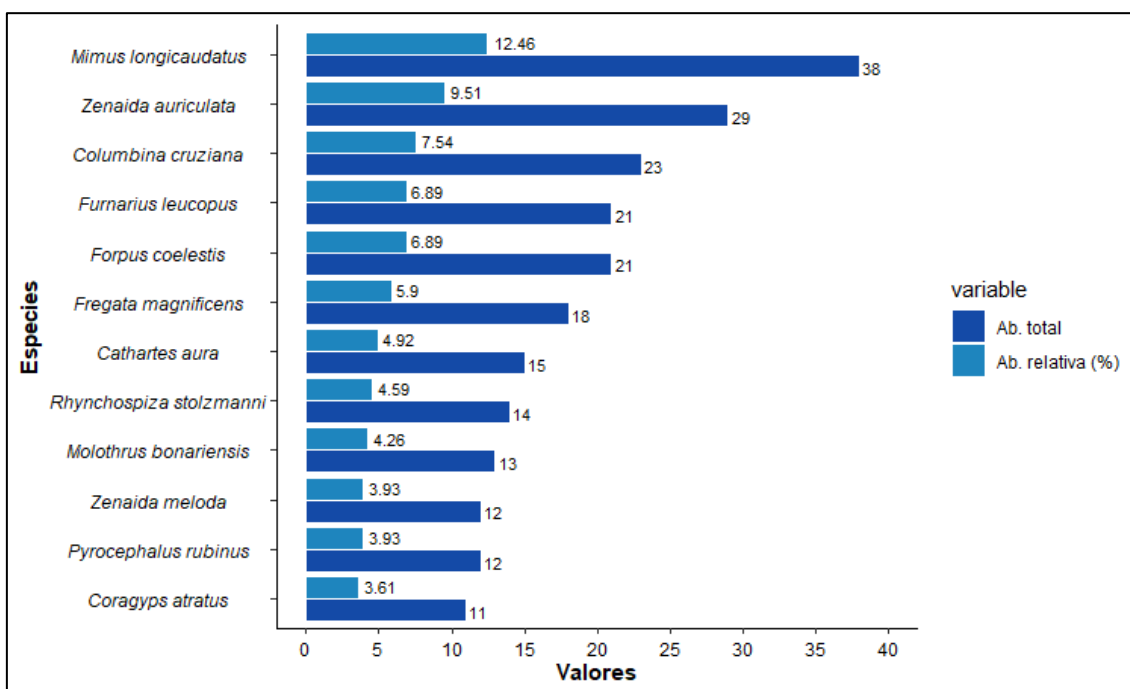


Figura 7.68. Especies de aves con mayor abundancia total y relativa registradas en la Plataforma Cope Sur 5X

e) Cope Sur 1X

En la zona de evaluación que corresponde a la plataforma Cope Sur 1X se registró un total de 373 individuos pertenecientes a 31 especies, 17 familias y 9 órdenes taxonómicos. El orden más representativo fue Passeriformes con 20 especies y 9 familias, que representaron el 64,52 %, seguido del orden Columbiformes con 3 especies y 1 familia, que representaron el 9,68 %, mientras que el orden Cathartiformes ocupa el tercer lugar, con 2 especies y 1 familia, que representaron el 3,23 %. Los órdenes restantes presentaron 1 especie y familia, que representaron el 3,23 % del total registrado en esta plataforma (Tabla 7.18).

Analizando los datos por familia, se tiene que la familia más representativa fue Tyrannidae (mosqueros) con 5 especies que representaron el 16,13 %, seguido de las familias Icteridae (bolseros) y Thraupidae (tangaras), ambas con 4 especies que representaron el 12,90 %, la familia Columbidae (palomas), fue la siguiente con 3 especies que representaron el 9,68 %, seguido de la familia Cathartiformes (gallinazos) con 2 especies que representaron el 6,45 % del total (Tabla 7.18).

Tabla 7.18. Riqueza y abundancia de las aves registradas en la Plataforma Cope Sur 1X

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cope Sur 1X	
				Ab. Total	Ab. Rel (%)
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola Melódica	20	5,09
		<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	7	1,78
		<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	23	5,85
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	1	0,25
Apodiformes	Trochilidae	<i>Thaumastura cora</i>	Colibrí de Cora	1	0,25
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	8	2,04
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	11	2,80
		<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	7	1,78
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable	2	0,51

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cope Sur 1X	
				Ab. Total	Ab. Rel (%)
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Crestado	1	0,25
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	8	2,04
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus bernardi</i>	Batará Acollarado	4	1,02
	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepador de Cabeza Rayada	2	0,51
		<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	14	3,56
	Tyrannidae	<i>Pseudelaenia leucospodia</i>	Moscareta Gris y Blanca	3	0,76
		<i>Muscigralla brevicauda</i>	Dormilona de Cola Corta	11	2,80
		<i>Myiodynastes bairdii</i>	Mosquero de Baird	5	1,27
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	5	1,27
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	10	2,54
	Troglodytidae	<i>Cantorchilus superciliaris</i>	Cucarachero con Ceja	1	0,25
	Poliopitidae	<i>Poliopitila plumbea</i>	Perlita Tropical	4	1,02
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	28	7,12
	Passerellidae	<i>Rhynchospiza stolzmanni</i>	Gorrión de Tumbes	5	1,27
	Icteridae	<i>Leistes bellicosus</i>	Pastorero Peruano	33	8,40
		<i>Icterus graceanae</i>	Bolsero de Filos Blancos	1	0,25
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo Brilloso	4	1,02
		<i>Dives warczewiczi</i>	Tordo de Matorral	2	0,51
	Thraupidae	<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe de Garganta Azufrada	160	40,71
<i>Sporophila peruviana</i>		Espiguero Pico de Loro	4	1,02	
<i>Piezorina cinerea</i>		Fringilo Cinéreo	1	0,25	
<i>Poospiza hispaniolensis</i>		Monterita Acollarada	7	1,78	
Riqueza de especies				31	
Abundancia de especies				393	

Ab: Abundancia total; AR: Abundancia relativa

La especie *Sicalis taczanowskii* «chirigüe de garganta azufrada» fue la especie más abundante con 160 individuos registrados que representaron el 40,71 %, seguido de la especie *Leistes bellicosus* «pastorero peruano» con 33 individuos que representaron el 8,40 %, seguido de la especie *Mimus longicaudatus* «calandria de cola larga» con 28 individuos que representaron el 7,12 %. Las especies *Columbina cruziana* «tortolita peruana» y *Zenaida meloda* «tortolita melódica» son las siguientes con 23 y 20 individuos, que representaron el 5,85 % y 5,09 % del total respectivamente (Tabla 7.18 y Figura 7.69).

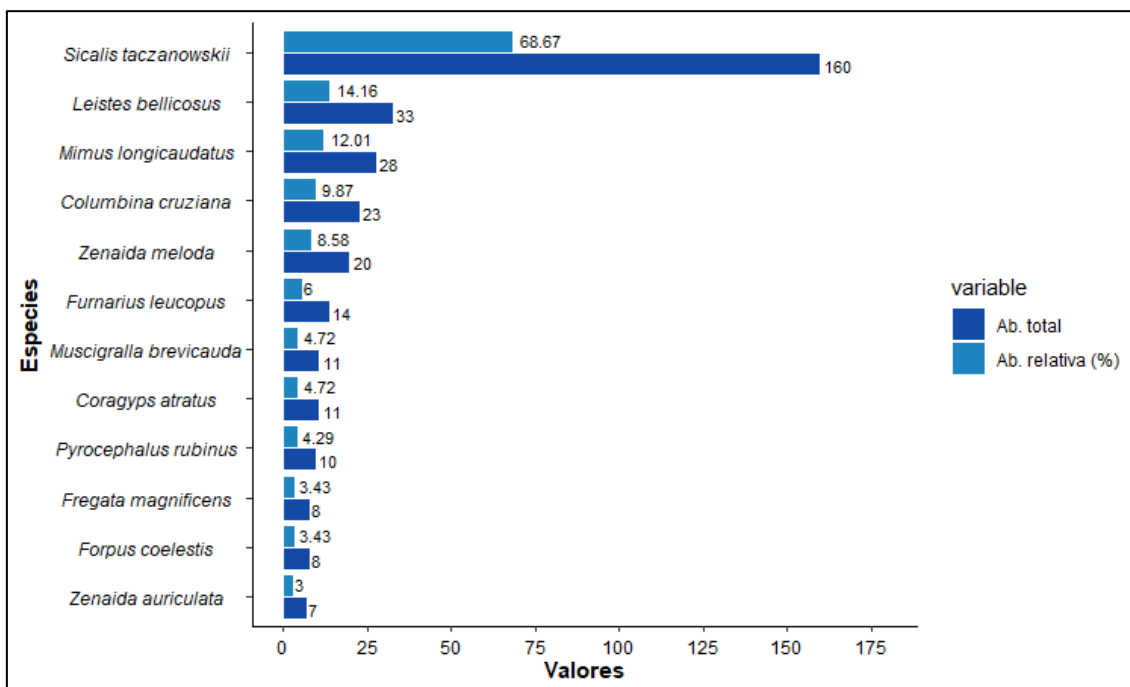


Figura 7.69. Especies de aves con mayor abundancia total y relativa registradas en la Plataforma Cope Sur 1X

7.4.2.6. Diversidad

Analizando los datos obtenidos, se tiene que la mayor riqueza de aves se registró en el Blanco-1 con 39 especies; sin embargo, la zona de evaluación que presentó la mayor diversidad según los número de Hill o número efectivos de especies, fue Cardo 2X con un valor de 21,66 especies para el N1, y un valor de 15,37 especies para el N2 (Tabla 7.19). Es importante indicar, que N1, indica el número de las especies abundantes, mientras que el N2, indica el número de especies muy abundantes.

Tabla 7.19. Valores de diversidad de las aves registradas por zona de evaluación en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Números de Hill	Cardo 2X	Cope Sur 5X	Cope Sur 1X	Piedra Candela 3X	Blanco-1
N0	37	30	31	32	39
N1	21,66	20,93	11,34	19,84	21,41
N2	15,37	16,87	5,257	13,84	13,98

N0: Número de especies, N1: Número de especies abundantes, N2: Número de especies muy abundantes

En la Figura 7.70, se observa que en las zonas de evaluación Cope Sur 5X, 1X y Piedra Candela 3X la riqueza de especies varió solo en 1 o 2 especies, no obstante cuando se incorpora al análisis las abundancias de las especies (N1y N2) se puede verificar una diferencia clara en cuanto a diversidad, específicamente en las zonas Cope Sur 1X y Piedra Candela 3X, esto quizás se pueda deber a la presencia de especies con alta abundancia como *Sicalis taczanowskii* «chirigüe de garganta azufrada» y la especie *Leistes bellicosus* «pastorero peruano» (Figura 7.70). Respecto a las zonas de evaluación Cardo 2X y Blanco-1, los números de Hill indican que presentaron la mayor riqueza de especies de aves en el área de estudio.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

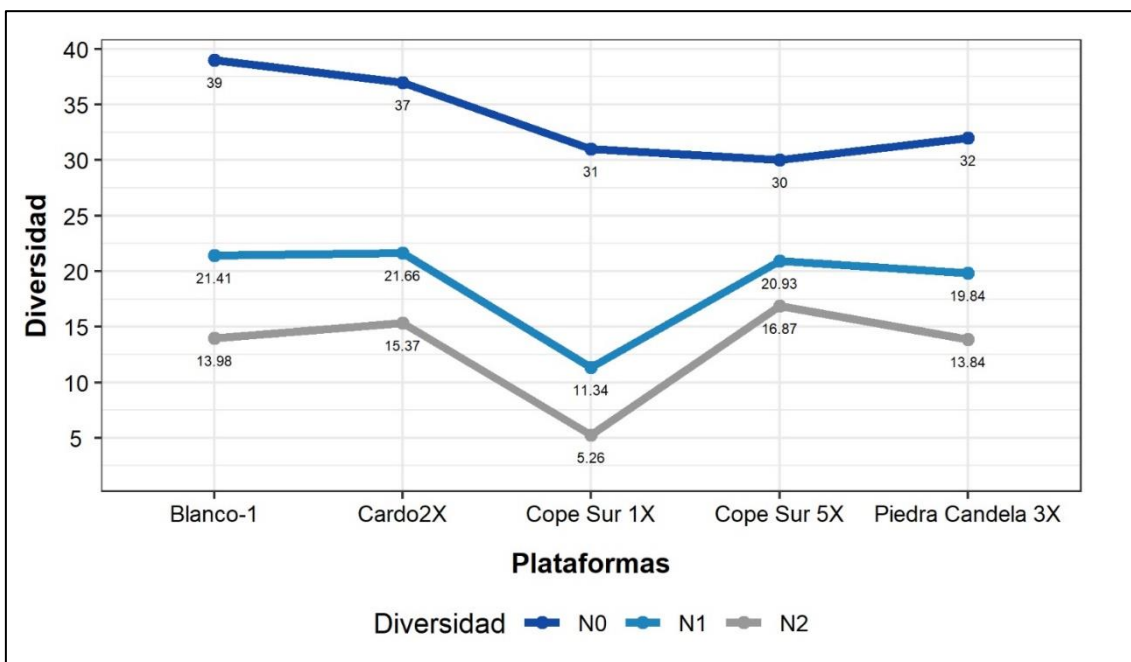


Figura 7.70. Diversidad de las aves registradas en las plataformas evaluadas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

7.4.2.7. Similaridad

Los datos analizados según el índice de disimilitud de Morisita, indican que las zonas de evaluación Piedra Candela 3X y el Blanco-1, son los que presentan una baja disimilitud con un valor de 3 %, esto significa que su similitud fue del 97 %, esta similitud se debe principalmente a que ambas zonas comparten la misma unidad de vegetación, Bosque seco semidenso de colina, por ello la composición de especies es similar destacando *Thamnophilus bernardi*, *Tapera naevia*, *Pyrocephalus rubinus*, *Myiodynastes bairdii*, *Tyrannus melancholicus*, *T. niveigularis*, entre otras.

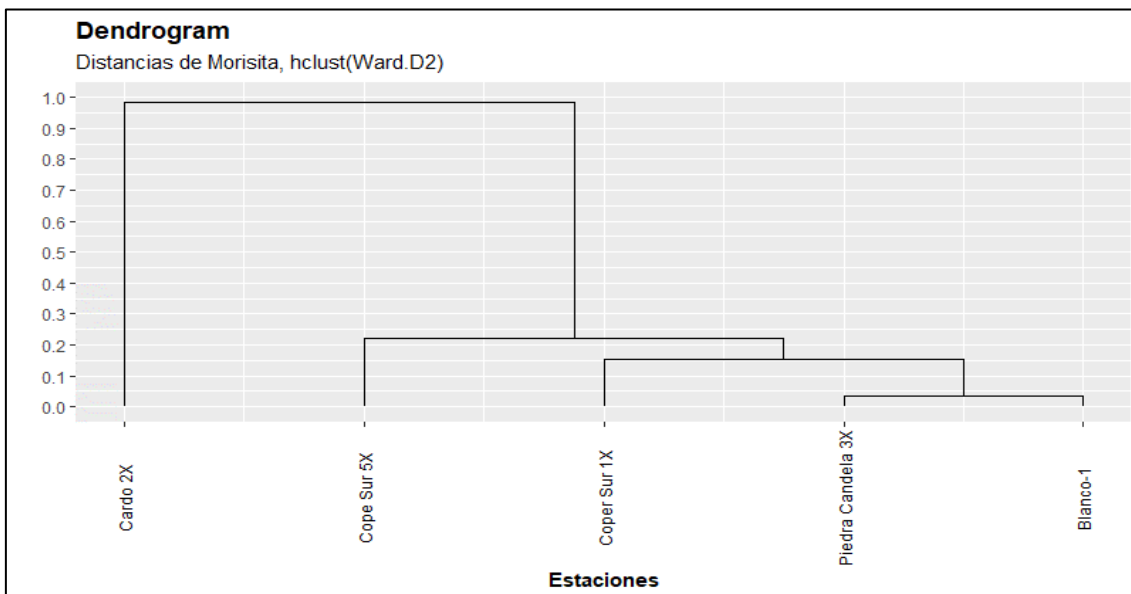


Figura 7.71. Dendrograma de disimilitud de Morisita entre las zonas de evaluación en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Unido a este primer grupo, está la zona de evaluación Cope Sur 1X con un valor de 7 % de disimilitud (93 % de similitud), la siguiente es Cope Sur 5x con una disimilitud del 17 %, por último, se encuentra Cardo 2X con una disimilitud del 75 % (Tabla 20 y Figura 7.71).

Tabla 7.20. Valores del índice de disimilitud de Morisita entre las zonas de evaluación en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Plataformas	Cope Sur 1X	Cope Sur 5X	Cardo 2X	Piedra Candela 3X	Blanco-1
Cope Sur 1X	1	-	-	-	-
Cope Sur 5X	0,17	1	-	-	-
Cardo 2X	0,78	0,75	1	-	-
Piedra Candela 3X	0,18	0,20	0,80	1	-
Blanco-1	0,07	0,19	0,80	0,03	1

7.4.2.8. Análisis multivariado

Para realizar un análisis de composición de especies en función de los hábitats evaluados, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). Esta prueba se realizó teniendo como base la distancia del índice de Bray curtis con 1000 permutaciones realizadas en R (Oksanen *et al.*, 2017).

El análisis NMDS, presentó un nivel de stress de 0,215, este valor muestra la alta representación del modelo, lo que significa que las gráficas resultantes permiten entender lo que sucede. En la Figura 7.72, se generan 3 conjuntos, uno bien diferenciado, mientras que los otros 2 con una ligera superposición, esto se debe a la diferencia en composición de especies de aves entre los hábitats evaluados; por lo que el hábitat es la variable ambiental que explica el 44 % del patrón de agrupación ($R^2=0,444$, $p=0,001$).

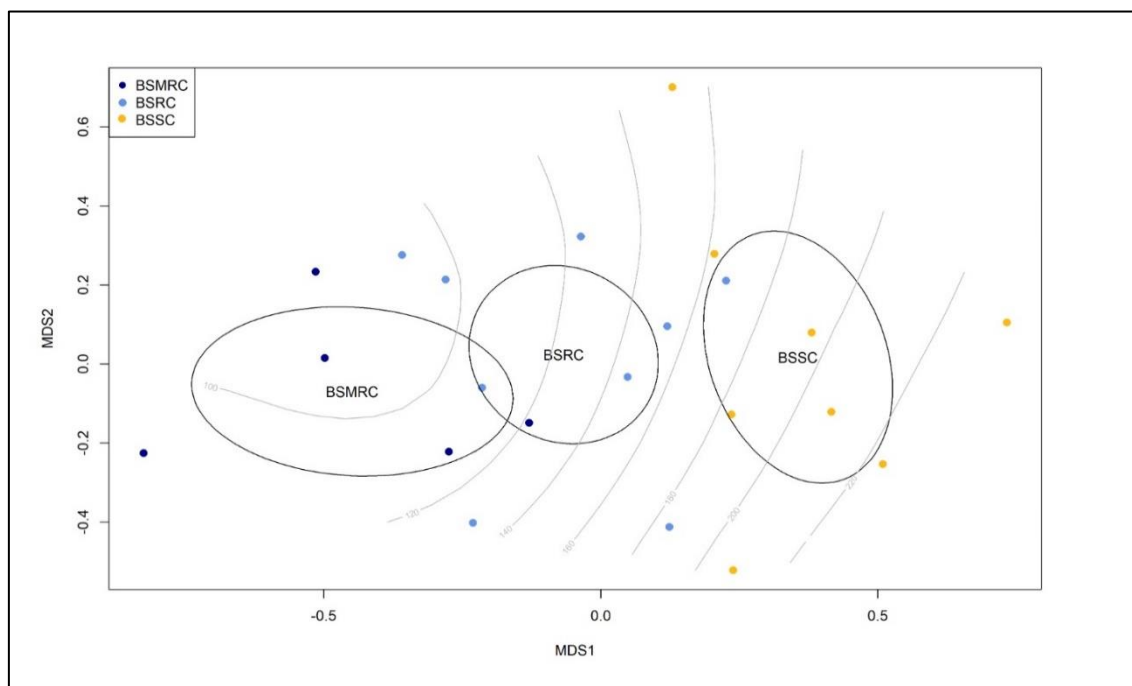


Figura 7.72. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) en base a las búsquedas intensivas realizadas las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Donde: BSMRC=Bosque seco muy ralo de colina, BSRC=Bosque seco ralo de colina, BSSC=Bosque seco semidenso de colina.



Las agrupaciones están conformadas por las búsquedas intensivas realizadas en cada hábitat de cada zona o plataforma evaluada, siendo estas el Bosque seco semidenso de colina (BSSC), Bosque seco ralo de colina (BSRC) y Bosque seco muy ralo de colina (BSMRC). En estos hábitats encontramos especies dispersoras de semillas como *Psittacara erythrogenys*, *Conothraupis speculigera*; controladores biológicos como *Euscarthmus meloryphus*, *Buteo albonotatus*, *Tapera naevia*, *Buteo albonotatus* y especies polinizadoras como *Thaumasius baeri* y *Thaumastura cora*, lo que muestra que el ecosistema se encuentra en equilibrio.

Es importante indicar que, además de la variable hábitat, otra de las variables ambientales que explica la distribución de las especies de aves en el área de estudio es la altura, la cual explica el 54 % ($R^2=0,545$, $p=0,001$) de la distribución de las búsquedas intensivas realizadas en cada hábitat evaluado. Entre las especies registradas con mayor distribución de rango altitudinal destacan *Contopus cinereus*, *Geranospiza caerulescens*, *Parabuteo unicinctus*, *Saltator striatipectus*, *Conothraupis speculigera*, entre otras.

Analizando un poco más a detalle las diferencias entre los hábitats evaluados, se realizó un análisis SIMPER, esta es una prueba que evalúa la contribución en porcentaje de cada especie en relación con las medidas de similaridad. Esta prueba se realizó con el objetivo de conocer cuales especies contribuyen al equilibrio del sistema y, por ende, podrían verse afectadas ante algún impacto o afectación (contaminación, pérdida de cobertura vegetal, deforestación, etc.). Según la prueba las principales especies son: *Sicalis taczanowskii*, *Forpus coelestis*, *Mimus longicaudatus*, *F. leucopus*, *Leistes bellicosus*, entre otras (Figura 7.73).

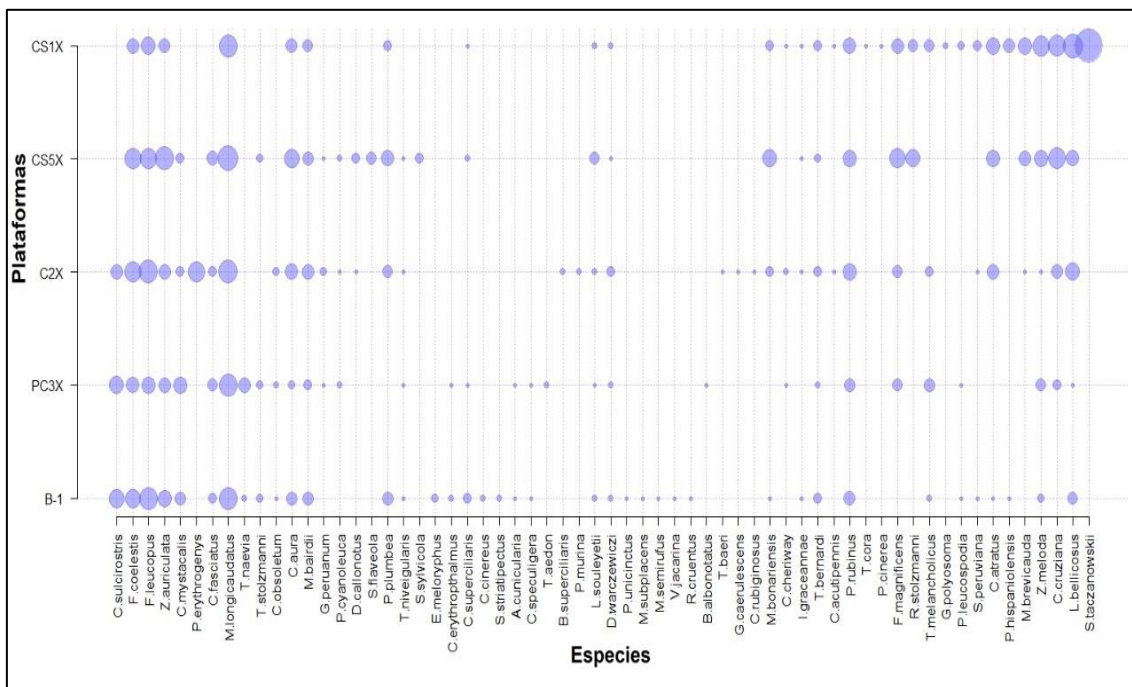


Figura 7.73. Análisis de abundancias de las aves registradas por búsquedas intensivas entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Las especies mencionadas presentan un valor de contribución en conjunto mayor al 75 % y como se observa corresponden a especies comunes, con alta abundancia o especies con amplia distribución, las cuales fueron registradas en mayor medida durante la evaluación, solo en este grupo aparecen dos especies dentro de alguna categoría, *Forpus coelestis* y



Psittacara erythrogenys, lo cual indica que en las evaluaciones no solo es necesario enfocarse en las especies con alguna categoría de conservación, sino estudiar a la comunidad de aves presente en una zona, para entender su desarrollo, equilibrio y de esta manera proponer mejores medidas de conservación y de desarrollo sostenible (Tabla 7.21).

Tabla 7.21. Prueba de similaridad porcentual (SIMPER) para evaluar la contribución de cada especie de aves registrada mediante búsqueda intensiva entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Especie	Nombre Común	Disimilaridad promedio	Contribución porcentual	Acumulado %
<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe de Garganta Azufrada	5,978	9,271	9,271
<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	3,937	6,105	15,38
<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	3,882	6,02	21,4
<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	3,362	5,214	26,61
<i>Leistes bellicosus</i>	Pastorero Peruano	3,285	5,095	31,7
<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	3,132	4,857	36,56
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	2,957	4,586	41,15
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de Pico Estriado	2,482	3,849	45
<i>Fregata magnificens</i>	Avefragata Magnífica	2,186	3,39	48,39
<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola Melódica	2,119	3,286	51,67
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	1,977	3,065	54,74
<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca de Cola Blanca	1,867	2,895	57,63
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	1,827	2,833	60,46
<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	1,825	2,831	63,3
<i>Psittacara erythrogenys</i>	Cotorra de Cabeza Roja	1,704	2,643	65,94
<i>Rhynchospiza stolzmanni</i>	Gorrión de Tumbes	1,521	2,358	68,3
<i>Muscigralla brevicauda</i>	Dormilona de Cola Corta	1,511	2,343	70,64
<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita Tropical	1,45	2,249	72,89
<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo Brilloso	1,394	2,162	75,05

7.4.2.9. Análisis de Redundancia (RDA)

En la Figura 7.74, se observan las relaciones entre la riqueza y abundancia de aves registradas y los datos obtenidos de la evaluación de la vegetación durante el muestreo realizado. Las variables elegidas que podrían explicar la distribución de las especies de aves fueron Riqueza (R_V), Área basal (AB_V) y Abundancia (Ab_V) de las especies arbóreas.

Las aves que se encuentran fuertemente asociadas con la riqueza y el área basal de las especies arbóreas son *Crotophaga sulcirostris*, *Myiodynastes bairdii*, *Camptostoma obsoletum*, *Tapera naevia* y *Tyrannus niveigularis*, las cuales prefieren zonas con estas características porque es allí donde encuentran lugares adecuados para su alimentación refugio y reproducción, asimismo, se observa que especies como *Columbina cruziana*, *Sicalis taczanowskii*, *Zenaida meloda*, *Muscigralla brevicauda* y *Leistes bellicosus*, no están asociadas a estas variables porque prefieren los ambientes abiertos con poca vegetación.

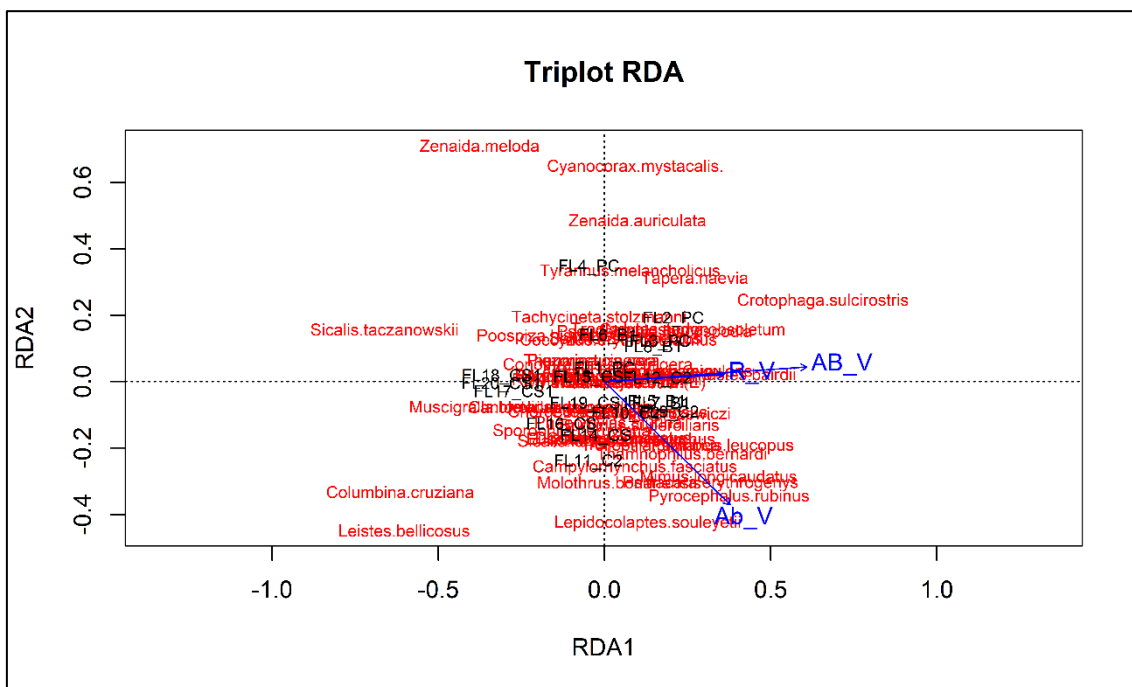


Figura 7.74. Análisis RDA de la relación entre las variables de la vegetación y la diversidad de aves registradas en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Respecto a la variable abundancia de las especies arbóreas (Ab_V), se observa que las aves que están fuertemente asociadas con esta variable son *Lepidocolaptes souleyetii*, *Pyrocephalus rubinus*, *Molothrus bonariensis*, *Campylorhynchus fasciatus*, *Leistes bellicosus*, *Mimus longicaudatus* y *Psittacara erythrogenys*, estas especies prefieren áreas con una mayor cantidad de árboles para poder desplazarse, camuflarse y obtener su alimento. Por el contrario, las especies que no guardan relación con esta variable son *Zenaida meloda*, *Sicalis taczanowskii*, *Zenaida auriculata*, *Tapera naevia* y *Tyrannus melancholicus*, es decir, prefieren las zonas con poca abundancia de árboles, debido a su preferencia por zonas abiertas donde encuentran rápidamente su alimento.

Es importante recalcar que, a pesar de que lo observado en campo guarda relación con el gráfico obtenido del análisis RDA; sin embargo, este gráfico representa 5 de las 8 zonas de evaluación.

7.4.2.10. Aves registradas en redes niebla

Durante la evaluación realizada se capturaron 61 individuos, pertenecientes a 18 especies, 11 familias y 5 órdenes taxonómicos (Tabla 7.22). A todos los individuos capturados se les tomaron datos morfométricos, se les fotografiaron y fueron devueltos a su hábitat en buen estado. Es importante mencionar que todas las especies capturadas mediante redes niebla fueron registradas en las búsquedas intensivas.

Tabla 7.22. Especies de aves capturadas mediante redes niebla entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Nº	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Nº de Individuos
1	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	4
2	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	2
3	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de Pico Estriado	1
4	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuclillo de Pico Negro	4
5	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium peruanum</i>	Lechucita Peruana	1



Nº	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Nº de Individuos
6	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero Pardo	2
7	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	3
8	Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepador de Cabeza Rayada	4
9	Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	6
10	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Phaeomyias murina</i>	Moscareta Murina	1
11	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes bairdii</i>	Mosquero de Baird	7
12	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca de Cola Blanca	7
13	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	11
14	Passeriformes	Icteridae	<i>Leistes bellicosus</i>	Pastorero Peruano	2
15	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>	Bolsero de Filos Blancos	1
16	Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo Brilloso	3
17	Passeriformes	Icteridae	<i>Dives waczewiczi</i>	Tordo de Matorral	1
18	Passeriformes	Thraupidae	<i>Conothraupis speculigera</i>	Tangara Negra y Blanca	1

7.4.2.11. Especies clave

Se ha realizado el análisis respectivo a las 62 especies registradas en la evaluación, siguiendo los criterios dados por Stotz *et al.* (1996), y se obtuvo que, según el primer criterio (sensibilidad), 2 especies presentan sensibilidad alta, *Fregata magnificens* «Avefragata magnífica» y *Myiopagis subplacens* «fio fio del Pacífico», mientras que, 16 especies presentan sensibilidad media. Asimismo, según Stotz esto podrían significar que estas especies frente a un impacto o cambio en el ecosistema serían las primeras en verse afectadas, debido a las condiciones mínimas de hábitat que necesitan, por lo que la falta de zonas de alimentación, descanso y específicamente la escasez de zonas aptas para la reproducción, impedirán el recambio generacional de las especies, llevándolas a la búsqueda de nuevas zonas, ampliando su rango de distribución, desapareciendo de algunas zonas y en el caso extremo llegando a su extinción.

Teniendo en cuenta el segundo criterio (abundancia), 29 especies son comunes, 17 son relativamente comunes, 5 son poco comunes y 8 especies presentan distribución localizada. Siendo objetivos la elección de especies clave debe centrarse en la frecuencia de detección, es decir, a mayor número de individuos de una especie, mayor posibilidad de detección, por lo que para este caso es mejor usar especies comunes o relativamente comunes, no obstante, es importante mencionar de acuerdo a Stotz que las especies con distribución restringida o poco comunes, también son importantes, sin embargo la posibilidad de detección en campo es realmente baja, por lo que para efectos de un estudio enfocado en especies clave es mejor el uso de especies de mayor detección.

Finalmente, el último criterio indicado por Stotz *et al.* (1996), es la especialización al hábitat (EH), este criterio indica que mientras menor sea el número de hábitats que una especie ocupa, mayor será su especialización, en este caso tenemos 2 especies presentes en 1 hábitat, 15 especies con 2 hábitats, 10 especies con 3 hábitats, 12 especies presentes en 4 hábitats, 12 especies presentes en 5 hábitats, 5 especies en 6 hábitats y 3 especies en 7 hábitats. Se deduce que las especies presentes en 2 o 3 hábitats son las que potencialmente pueden ser usadas como especies clave.

Tabla 7.23. Clasificación de aves según los criterios para selección de especies clave en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

N.º	Familia	Especie	Sensibilidad	Abundancia	Especialización al Hábitat	Estrato de Forrajeo
1	Anatidae	<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	M	R/P	2	W
2	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	L	C	5	T/M
3	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	L	C	3	T/M
4	Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	L	C	4	T

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

N.º	Familia	Especie	Sensibilidad	Abundancia	Especialización al Hábitat	Estrato de Forrajeo
5	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	L	C	2	T/M
6	Cuculidae	<i>Tapera naevia</i>	L	C	4	T/U
7	Cuculidae	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	-	-	-	-
8	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	L	C	4	A
9	Trochilidae	<i>Thaumastura cora</i>	L	F	4	U/C
10	Trochilidae	<i>Thaumasius baeri</i>	M	F	2	U/M
11	Burhinidae	<i>Burhinus superciliaris</i>	L	U	3	T
12	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	H	C	3	W/A
13	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	L	C	5	T/A
14	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	L	C	7	T/A
15	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	M	U	4	M/C
16	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	L	U	4	C
17	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	L	F	5	T/C
18	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	M	U/P	5	C
19	Strigidae	<i>Glauclidium peruanum</i>	M	C	4	M/C
20	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	M	F/P	5	T
21	Picidae	<i>Dryobates callonotus</i>	L	C	3	M/C
22	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	L	F	5	C
23	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	L	C	6	T
24	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	M	C	4	C
25	Psittacidae	<i>Psittacara erythrogenys</i>	M	C	2	C
26	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus bernardi</i>	L	C	3	U/C
27	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	L	F	5	U/M
28	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	L	F	5	T
29	Tyrannidae	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	L	C	3	U
30	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	L	F	6	C
31	Tyrannidae	<i>Myiopagis subplacens</i>	H	F	2	C
32	Tyrannidae	<i>Phaeomyias murina</i>	L	F/P	7	C
33	Tyrannidae	<i>Pseudelaenia leucospodia</i>	M	F	2	C
34	Tyrannidae	<i>Muscigralla brevicauda</i>	L	U	2	T
35	Tyrannidae	<i>Myiodynastes bairdii</i>	L	C	3	C
36	Tyrannidae	<i>Tyrannus niveigularis</i>	M	F	2	C
37	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	L	C	5	C
38	Tyrannidae	<i>Myiarchus semirufus</i> (E)	M	U	2	M/C
39	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	L	F	6	T/C
40	Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	L	F/P	5	U/C
41	Corvidae	<i>Cyanocorax mystacalis</i>	L	F	2	C
42	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	L	C	3	A
43	Hirundinidae	<i>Tachycineta stolzmanni</i>	-	-	-	-
44	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	L	C	5	T/U
45	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	L	C	4	M/C
46	Troglodytidae	<i>Cantorchilus superciliaris</i>	L	C	5	U
47	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	L	F	6	U/C
48	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	L	C	4	C
49	Passerellidae	<i>Rhynchospiza stolzmanni</i>	M	F	2	T
50	Icteridae	<i>Leistes bellicosus</i>	L	C	4	T/U
51	Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>	M	F	2	C
52	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	L	C	6	T
53	Icteridae	<i>Dives warczewiczi</i>	L	C	2	T/M
54	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>	L	C	3	T
55	Thraupidae	<i>Sicalis taczanowskii</i>	L	C/P	1	T
56	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	L	C	7	T/U
57	Thraupidae	<i>Conothraupis speculigera</i>	M	U/P	3	U/C
58	Thraupidae	<i>Rhodospingus cruentus</i>	M	F	2	T/M



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

N.º	Familia	Especie	Sensibilidad	Abundancia	Especialización al Hábitat	Estrato de Forrajeo
59	Thraupidae	<i>Sporophila peruviana</i>	L	C/P	2	U
60	Thraupidae	<i>Saltator striatipectus</i>	-	-	-	-
61	Thraupidae	<i>Piezorina cinerea</i> (E)	M	C	1	T
62	Thraupidae	<i>Poospiza hispaniolensis</i>	L	F	4	U

Sensibilidad: H=Alta, M= Media, L=Baja

Abundancia Relativa: R=Raro, F=Relativamente común, U=Poco común, C=Común, P=Distribuido localizada

Hábitats: Número de hábitats en que habita la especie de un máximo de 7 (Stotz *et al.*, 1996)

Estrato de forrajeo: T=Terrestre, U=Sotobosque, A=Aéreo, C=Dosel.

Analizando toda la información obtenida podemos proponer como 13 potenciales especies claves de aves en el área de estudio, en mayor medida las especies *Thaumasius baeri*, *fregata magnificens*, *Psittacara erythrogenys*, *Myiopagis subplacens*, *Pseudelaenia leucospodia*, *Tyrannus niveigularis*, *Rhynchospiza stolzmanni*, *Icterus graceannae*, *Rhodospingus cruentus* y *Piezorina cinerea*, porque son especies comunes, entre mediana y alta sensibilidad, y con una especificidad de hábitat baja, características necesarias para una especie clave, y en menor medida a las especies *Myiarchus semirufus*, *Conothraupis speculigera* y *Sarkidiornis sylvicola* porque son especies poco comunes o con distribución localizada, lo que disminuye la probabilidad de su registro en campo y por ende reduce su función de especies clave.

7.4.2.12. Especies incluidas en categorías de conservación, endémicas y migratorias

La evaluación realizada permitió registrar un total de 62 especies, de las cuales 29 de ellas se encuentran incluidas dentro de alguna categoría de conservación o endemismo (Tabla 7.24). Este número de especies representa el 46,77 % de la riqueza total.

Según la legislación nacional (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI) se registraron 4 especies, la especie *Myiarchus semirufus* «copetón rufo» está categorizada como Vulnerable (VU), mientras que las especies *Psittacara erythrogenys* «cotorra de cabeza roja», *Tachycineta stolzmanni* «golondrina de Tumbes» y *Conothraupis speculigera* «tangara negra y blanca», están categorizadas como Casi Amenazadas (NT).

Según la legislación internacional (IUCN) se registraron 3 especies, la especie *Myiarchus semirufus* «copetón rufo» esta categorizada como En Peligro (E), mientras que las especies *Psittacara erythrogenys* «cotorra de cabeza roja» y *Conothraupis speculigera* «tangara negra y blanca», están categorizadas como Casi Amenazadas (NT).

**Tabla 7.24.** Lista de especies de aves incluidas en categorías de conservación nacional e internacional y endemismo, registradas entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

Especie	Nombre Común	Categorías de conservación						Endemismo		
		IUCN	CITES	D.S. N.º 004-2014 MINAGRI	SERFOR (2018)	CMS	Migratoria	EBA	Bioma	Endémica
<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	Pato Crestudo Americano	LC	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuclillo de Pico Negro	LC	-	-	-	-	NB	-	-	-
<i>Thaumastura cora</i>	Colibrí de Cora	LC	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thaumasius baeri</i>	Colibrí de Tumbes	LC	II	-	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	LC	-	-	-	II	-	-	-	-
<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	LC	-	-	-	II	-	-	-	-
<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán Zancón	LC	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguilán Mixto	LC	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable	LC	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguilucho de Cola Fajeadada	LC	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glaucidium peruanum</i>	Lechucita Peruana	LC	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza Terrestre	LC	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Crestado	LC	II	-	-	-	-	-	-	-
<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	LC	II	-	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Psittacara erythrogenys</i>	Cotorra de Cabeza Roja	NT	II	NT	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Thamnophilus bernardi</i>	Batará Acollarado	LC	-	-	-	-	-	EBA045/EBA048	EPC	-
<i>Myiopagis subplacens</i>	Fío-Fío del Pacífico	LC	-	-	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Pseudelaenia leucospodia</i>	Moscaveta Gris y Blanca	LC	-	-	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Myiodynastes bairdii</i>	Mosquero de Baird	LC	-	-	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Myiarchus semirufus</i>	Copetón Rufo	EN	-	VU	VU	-	-	EBA045	EPC	x
<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca de Cola Blanca	LC	-	-	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Tachycineta stolzmanni</i>	Golondrina de Tumbes	LC	-	NT	-	-	-	-	EPC	-
<i>Cantorchilus superciliosus</i>	Cucarachero con Ceja	LC	-	-	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Rhynchospiza stolzmanni</i>	Gorrión de Tumbes	LC	-	-	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Icterus graceanae</i>	Bolsero de Filos Blancos	LC	-	-	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe de Garganta Azufrada	LC	-	-	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Conothraupis speculigera</i>	Tangara Negra y Blanca	NT	-	NT	-	-	-	-	-	-
<i>Rhodospingus cruentus</i>	Pinzón de Pecho Carmesí	LC	-	-	-	-	-	EBA045	EPC	-
<i>Piezorhina cinerea</i>	Fringilo Cinéreo	LC	-	-	-	-	-	EBA045	EPC/STP	x

Cites: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.

CMS: Convención de las especies migratorias.

VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación menor, I: Apéndice I de la Cites, II: Apéndice II de la Cites y CMS, EPC: Costa del Pacífico Ecuatorial y STP: Pacífico Subtropical.



Según la lista del Cites, se registraron 12 especies, las cuales se encuentran incluidas en el apéndice II, este índice contempla a las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio (Cites, 2017). Estas especies son: *Cathartes aura* «gallinazo cabeza roja» y *Coragyps atratus* «gallinazo cabeza negra», ambas pertenecen a las familia Cathartidae (gallinazos), las especies *Geranoospiza caerulescens* «gavilán zancón», *Parabuteo unicinctus* «gavilán mixto», *Geranoaetus polyosoma* «cotorra de cabeza roja» y *Buteo albonotatus* «aguilucho de cola fajeada» de la familia Accipitridae (gavilanes y aguiluchos), las especies *Forpus coelestis* «periquito esmeralda» y *Psittacara erythrogenys* «cotorra de cabeza roja» de la familia Psittacidae (loros), las especies *Glaucidium peruanum* «lechucita peruana» y *Athene cunicularia* «lechuza terrestre» de la familia Strigidae, la especie *Caracara cheriway* «caracara crestada» de la familia Falconidae (halcones), las especies *Thaumasius baeri* «colibrí de Tumbes» y *Thaumastura cora* «colibrí de cora» de la familia Trochilidae (colibríes) y la especie *Sarkidiornis sylvicola* «pato crestado americano» de la familia Anatidae (patos) como se observa en la Tabla 7.24.

Analizando los datos a nivel de endemismo, se registraron 15 especies dentro del Área de endemismo de la Región Tumbesina o EBA045, estas especies son *Thaumasius baeri*, *Forpus coelestis*, *Psittacara erythrogenys*, *Thamnophilus bernardi*, *Myiopagis subplacens*, *Pseudelaenia leucospodia*, *Myiodynastes bairdii*, *Myiarchus semirufus*, *Cyanocorax mystacalis*, *Cantorchilus superciliaris*, *Rhynchospiza stolzmanni*, *Icterus graceannae*, *Sicalis taczanoswkii*, *Rhodospingus cruentus* y *Piezorhina cinerea*.

Asimismo, se han registrado 16 especies dentro de algún bioma, las especies *Thaumasius baeri*, *Forpus coelestis*, *Psittacara erythrogenys*, *Thamnophilus bernardi*, *Myiopagis subplacens*, *Pseudelaenia leucospodia*, *Myiodynastes bairdii*, *Myiarchus semirufus*, *Cyanocorax mystacalis*, *Tachycineta stolzmanni*, *Cantorchilus superciliaris*, *Rhynchospiza stolzmanni*, *Icterus graceannae*, *Sicalis taczanoswkii*, *Rhodospingus cruentus* y *Piezorhina cinerea*, registradas dentro del bioma Costa del Pacífico Ecuatorial (EPC); la especie *Piezorhina cinerea* se encuentra también registrada dentro del bioma Pacífico Subtropical (STP).

Por último, en la evaluación se registraron 2 especies endémicas de Perú, estas son: *Myiarchus semirufus* «copetón rufo» y *Piezorhina cinerea* «fringilo cinéreo». Además, es importante mencionar que, respecto a las especies de aves migratorias, se registraron 3 especies, la especie *Coccyzus erythrophthalmus* «cuclillo de pico negro» categorizada según Schulenberg *et al.* (2010) y la lista de aves de Perú (Plenge, 2010) como especie emigrante austral o NB, esto significa que son especies que ocurren en Perú, pero solo en su periodo reproductivo, por otro lado, las 2 especies restantes, *Cathartes aura* «gallinazo cabeza roja» y *Coragyps atratus* «gallinazo cabeza negra», se encuentran dentro de la lista del apéndice II de la CMS, la cual lista a las especies migratorias que tienen un estado de conservación desfavorable y que requieren acuerdos internacionales para su conservación y manejo, así como aquellas que tienen un estado de conservación que se beneficiaría significativamente de la cooperación internacional que podría lograrse mediante un acuerdo internacional.

7.4.3. Mamíferos

7.4.3.1. Composición y riqueza de especies

Este estudio se realizó durante el mes de marzo comprendida en la época húmeda (León, 2014). Se evaluaron 3 grupos importantes dentro de la clase mamíferos, el primero, según el orden evolutivo el grupo de roedores dominado por los ratones, el segundo el grupo de los quirópteros son los propiamente conocidos como murciélagos y el último grupo los mamíferos mayores que tienen un amplio rango de distribución y desplazamiento.

Para la evaluación de los roedores (ratones) se usaron 50 trampas Sherman distribuidas en una línea de captura de 25 estaciones (2 trampas por estación), estas fueron establecidas en cada zona de evaluación, permaneciendo activas por 2 noches en cada zona. El esfuerzo total realizado en el área de evaluación para la captura de roedores fue de 600 trampas-noche, distribuidas equitativamente en cada zona de evaluación (Tabla 7.25).

Tabla 7.25. Esfuerzo de muestreo realizado para roedores (ratones)

Esfuerzo de muestreo	Piedra Candela 3X	Blanco-1	El Cardo 2X	Cope Sur 1X	Cope Sur 5X	Caracol 1X	T
	Bosque seco semidenso de colinas	Bosque seco semidenso de colinas	Bosque seco ralo de colinas	Bosque seco muy ralo de colinas	Bosque seco ralo de colinas	Bosque seco muy ralo de colinas	
N.º de trampas	50	50	50	50	50	50	300
N.º de noches	2	2	2	2	2	2	2
TN	100	100	100	100	100	100	600

TN: Trampas-noche

T: Total

No se logró la captura de ningún ratón, y no se observó movimiento nocturno de algún individuo de este grupo. Esto no indica que no existan especies en la zona, los factores de ausencia pueden deberse a que estos se encuentran en lugares con disponibilidad de alimento y por la estacionalidad.

En cuanto al grupo de murciélagos se registraron 5 especies distribuidas en 1 orden y 3 familias, siendo la familia Phyllostomidae el de mayor predominio con 3 especies (Tabla 7.26).

Tabla 7.26. Composición de murciélagos en el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Murciélago frutero
		<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago longirostro
	Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	Murciélago casero
	Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negruzco común

Graficamente la familia Phyllostomidae está representada por 3 especies, que comprende el 60 % de los registros obtenidos, teniendo a las familias Molossidae y Vespertilionidae con 20 % de estos registros representado por 1 especie en cada uno respectivamente (Figura 7.75).

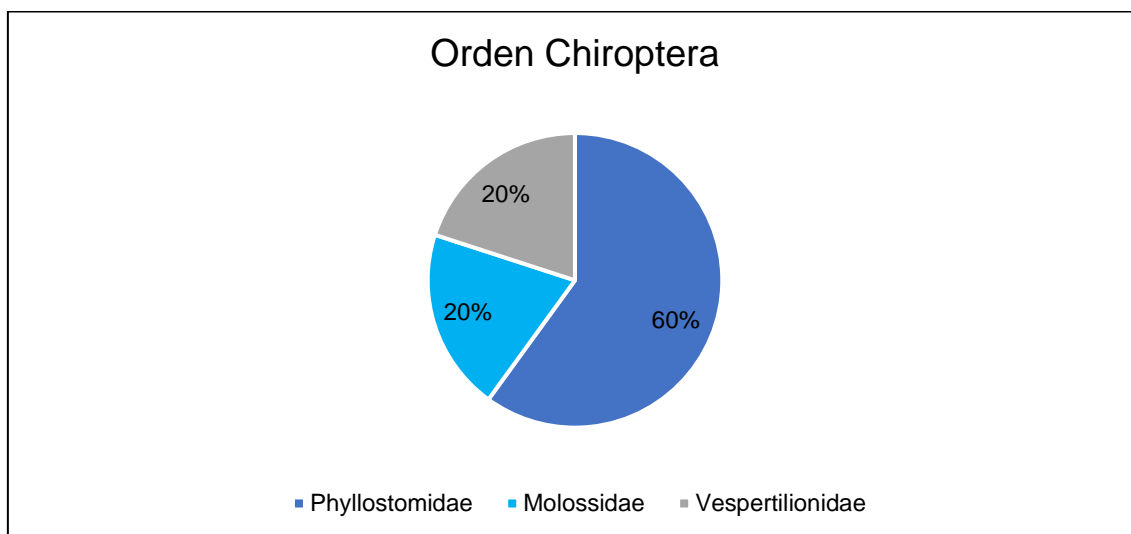


Figura 7.75. Composición porcentual de especies por familia de los murciélagos

El esfuerzo de muestreo total realizado en la captura de murciélagos en el área de estudio fue de 92 redes-noche, con una distribución equitativa de 16 redes-noche en la mayor parte de las zonas de evaluación excepto en la zona de Cope Sur 5X que sólo fue de 12 redes-noche (Tabla 7.27).

Tabla 7.27. Esfuerzo de muestreo realizado para murciélagos

Esfuerzo de muestreo	Piedra Candela 3X	Blanco-1	El Cardo 2X	Cope Sur 1X	Cope Sur 5X	Caracol 1X	T
	Bosque seco semidenso de colinas	Bosque seco semidenso de colinas	Bosque seco ralo de colinas	Bosque seco muy ralo de colinas	Bosque seco ralo de colinas	Bosque seco muy ralo de colinas	
N.º de redes	8	8	8	8	6	8	46
N.º de noches	2	2	2	2	2	2	2
RN	16	16	16	16	12	16	92

RN: Redes-noche

T: Total

Para saber si el esfuerzo de muestreo realizado en la captura de especies de murciélagos presentes en el área de estudio ha sido el óptimo, y cuántas especies es probable poder registrar, se usó el modelo exponencial negativo por tratarse de un grupo taxonómico conocido (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Utilizando los datos obtenidos de los registros de especies versus las unidades de muestreo, el cual consiste en el esfuerzo de muestreo estandarizado (8 redes-noche) en cada zona de evaluación (5 zonas), en este caso no se ha considerado Cope Sur 5X por haberse realizado un menor esfuerzo de muestreo. Y para la elaboración de la curva, se usaron los programas: *Estimates versión 9* (Colwell, 2013) y *Statística 7.0*.

Los resultados obtenidos mediante este análisis arrojaron un coeficiente de determinación (R^2) cercano a 1 con un valor de 0,999, el cual indica un buen ajuste del modelo, los parámetros de la función ($a= 0,751243$ y $b= 0,086370$) que nos indica que aún es probable el registro de 3 especies, por ende, si se incrementa el esfuerzo de muestreo estas pueden ser registradas. Por lo cual se puede precisar que no se evaluaron 2 zonas propuestas inicialmente.

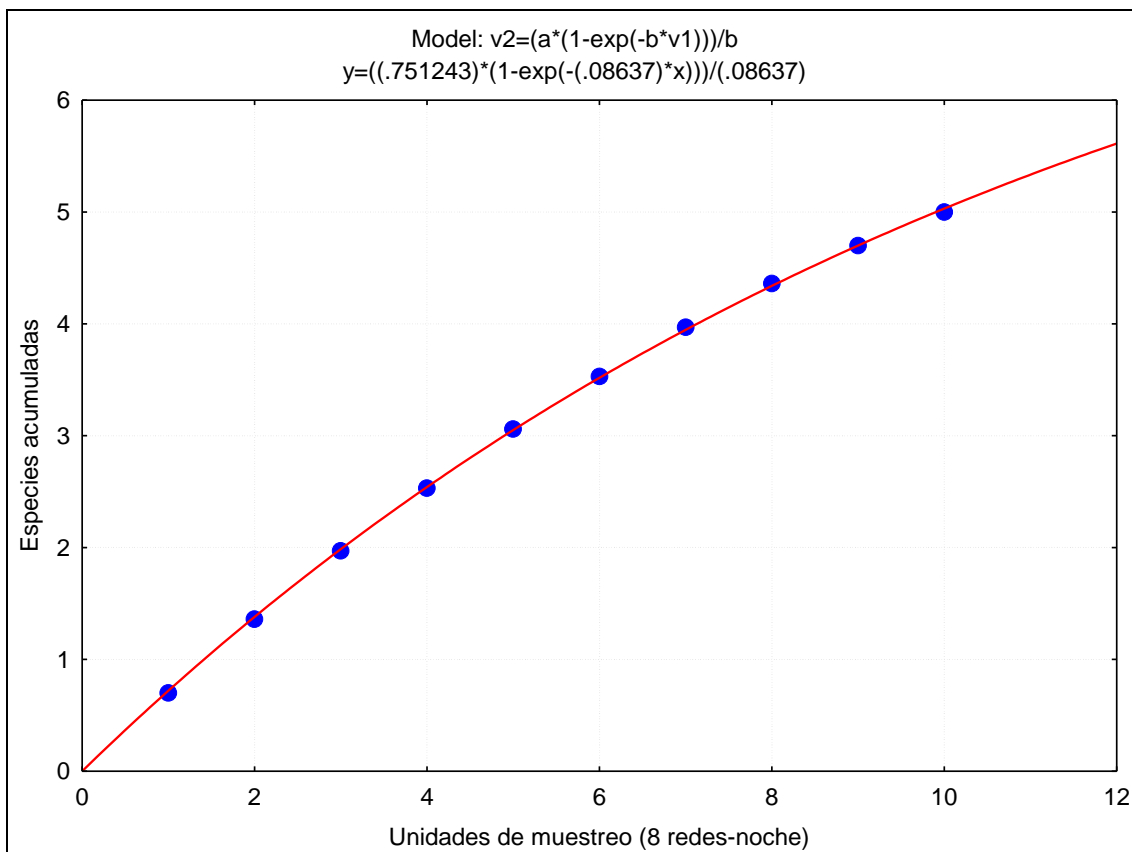


Figura 7.76. Curva de especies acumuladas de murciélagos

Para el caso de los mamíferos mayores se registraron 6 especies pertenecientes a 4 órdenes y 6 familias, siendo el de mayor registro de especies el orden Carnívora con 3 especies particulares (Tabla 7.28 y Figura 7.77). El registro de un mayor número de especies carnívoras nos puede indicar la presencia de ciertas especies presas como pequeños vertebrados (anfibios, reptiles y aves), aunque esta dieta carnívora no suele ser estricta para algunos de ellos.

Tabla 7.28. Especies de mamíferos mayores en el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero
Rodentia	Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Ardilla nuca blanca
Carnívora	Felidae	<i>Leopardus colocola</i>	Gato de los pajonales
	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro costeño
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Añás
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Venado de cola blanca

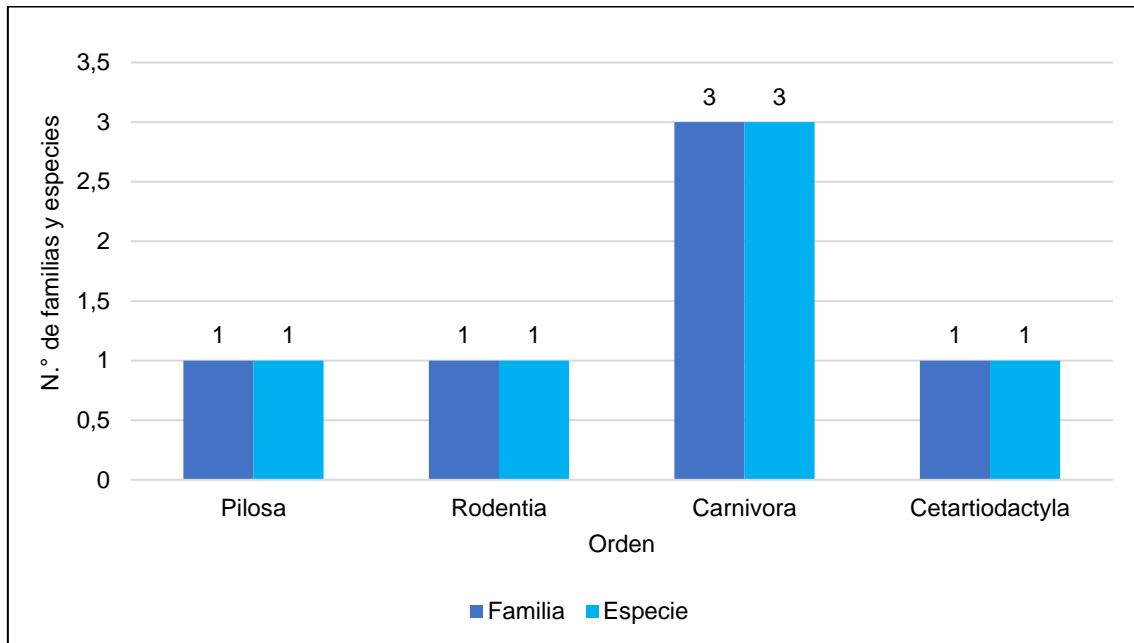


Figura 7.77. Composición por familia y especies de los mamíferos mayores

La evaluación de mamíferos mayores se basó en el registro fotográfico de cámaras trampa, durante el periodo comprendido entre los meses de marzo a julio iniciando en este último la época seca (León, 2014). Se instalaron 38 cámaras trampa por un periodo de 108 días efectivos, haciendo un total de 4104 cámaras trampa-día (Tabla 7.29), resultando 311 registros independientes presentados en el Anexo 7 (Reporte de resultados N.º RRE-009-2020-STEC).

Tabla 7.29. Esfuerzo de muestreo realizado para mamíferos mayores

Esfuerzo de muestreo	Piedra Candela 3X	Blanco-1	El Cardo 2X	Cope Sur 1X	Cope Sur 5X	Caracol 1X	Blanco-2	Caracol 4X	Total
N.º de Cámaras trampa	5	5	5	5	5	5	5	3	38
N.º de días	108	108	108	108	108	108	108	108	108
CTD	540	540	540	540	540	540	540	324	4104

CTD: Cámaras trampa-día

Mediante este esfuerzo realizado en el periodo referido líneas arriba, se ha logrado obtener el registro de 6 especies, y según estos datos, el modelo de Clench es el que más se ajusta, sustentado por el coeficiente de determinación (R^2) cuyo valor es 0,993 y los parámetros de la función ($a= 1,10218$ y $b= 0,172503$) que nos permiten extrapolar el número total teórico de especies (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), que para este caso coincide con las 6 especies registradas. Es así que, se puede afirmar que la evaluación desarrollada para este grupo fue el óptimo y completo (Figura 7.78).

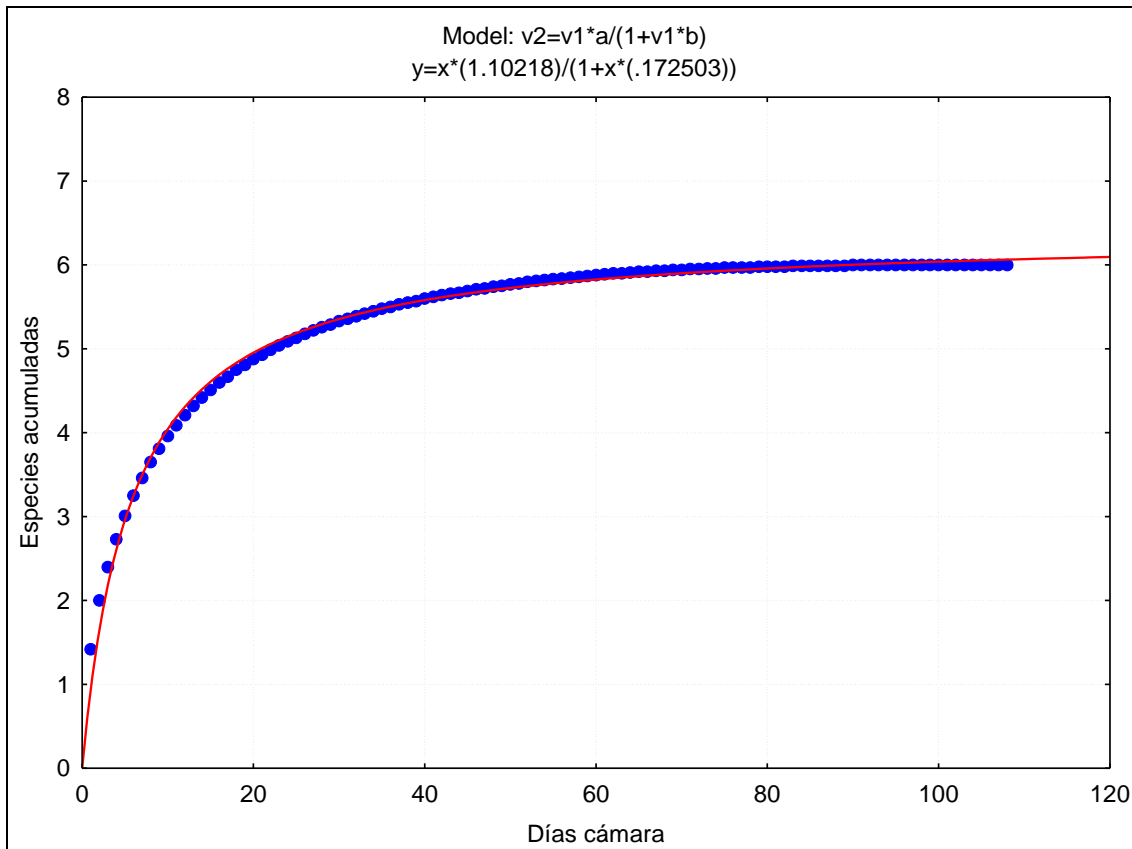


Figura 7.78. Curva de especies acumuladas de mamíferos mayores

Otro método de evaluación para mamíferos mayores es el censo por transectos, que consiste en realizar caminatas tratando de registrar a individuos de mamíferos observados e identificar mediante el hallazgo de huellas, cuevas, caminos, etc, y así poder determinar mediante el índice de Boddicker (Boddicker *et al.*, 2002). Los índices de ocurrencia (IO) y abundancia (IA). Método que no fue realizado por priorizar el de evaluación por cámaras trampa que es mucho más confiable. Los censos por transecto sirven de manera complementaria a la evaluación de mamíferos mayores.

7.4.3.2. Composición y abundancia de especies por zona de evaluación

En este ítem se reporta la información sobre la composición taxonómica, así como la abundancia de los mamíferos voladores (murciélagos) y los mamíferos mayores silvestres, recalando que para los roedores no se obtuvo ningún registro.

Los registros obtenidos para los murciélagos en el área de estudio indican que existe una mayor abundancia en la zona de Caracol 1X con 20 individuos registrados pertenecientes a 1 sola especie, seguido de la zona de Piedra Candela 3X con 8 individuos, pero con una mayor riqueza de especies (3). Es preciso mencionar que en las zonas El Cardo 2X y la zona Blanco-1 se reportan 2 individuos pertenecientes a 1 sola especie (Figura 7.79).

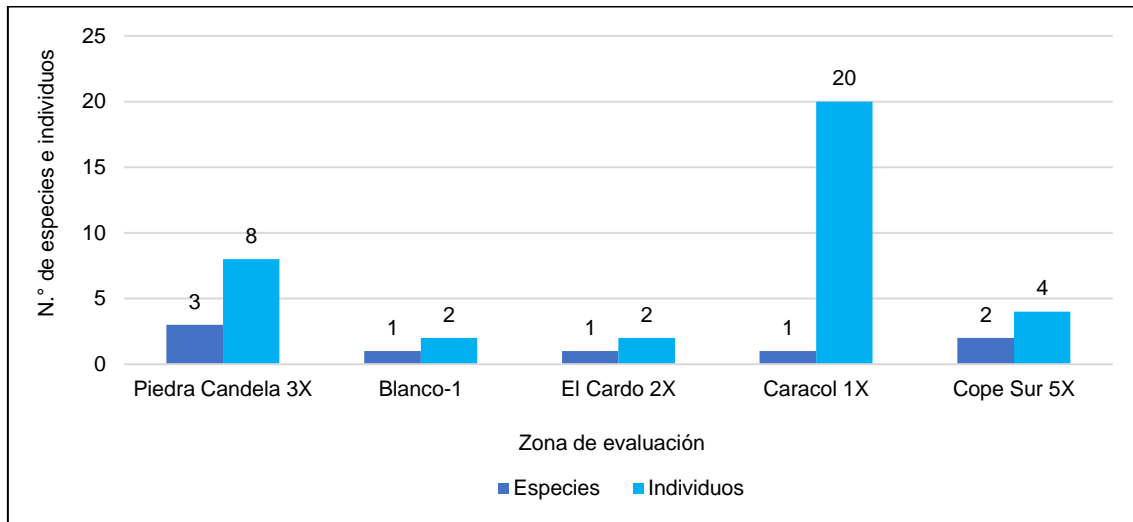


Figura 7.79. Composición por zona de los murciélagos

Los registros independientes de mamíferos mayores silvestres (311 en total) obtenidos mediante cámaras trampa muestran una clara diferencia entre cada zona, siendo la zona Piedra Candela 3X la de mayor valor con 128 registros independientes distribuidos para 6 especies ocupando un segundo lugar para el mayor valor de especies, pero superada por la zona Blanco-1 con 7 especies y 118 registros independientes (Figura 7.80).

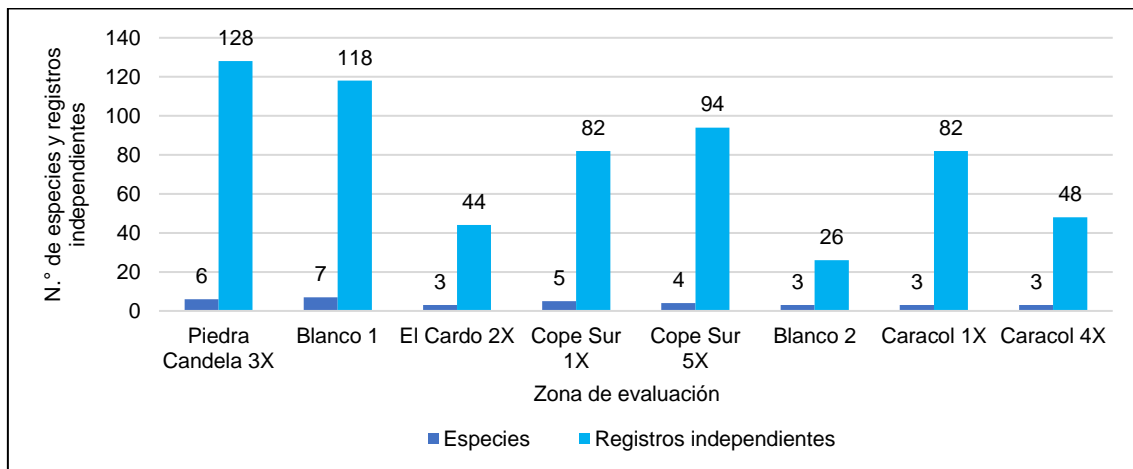


Figura 7.80. Composición por zona de mamíferos mayores

En los siguientes ítems se describen y muestran los resultados con mayor detalle sobre los registros obtenidos para mamíferos menores voladores (murciélagos) y mamíferos mayores silvestres en cada una de las zonas evaluadas entorno a las plataformas.

a) Piedra Candela 3X

En esta zona se obtuvo registros representativos en cuanto al grupo de murciélagos y mamíferos mayores, se puede decir que es la zona de mayor representatividad en composición y riqueza de especies en relación con las zonas restantes.

En el caso de murciélagos se logró capturar 3 especies: *Desmodus rotundus* «vampiro común», *Glossophaga soricina* «murciélago longirostro» y *Myotis nigricans* «murciélago negruzco común», siendo el murciélago longirostro el que presenta el mayor registro con 5

individuos, y resaltando la presencia del vampiro común con 1 registro, el cual particularmente es una especie hematófaga (se alimenta de sangre), producto de la presencia también de animales de crianza como ganado vacuno (*Bos taurus*, vacas) y caprino (*Capra aegagrus hircus*, cabras y chivos), de quienes posiblemente obtiene la sangre como alimento (Figura 7.81).

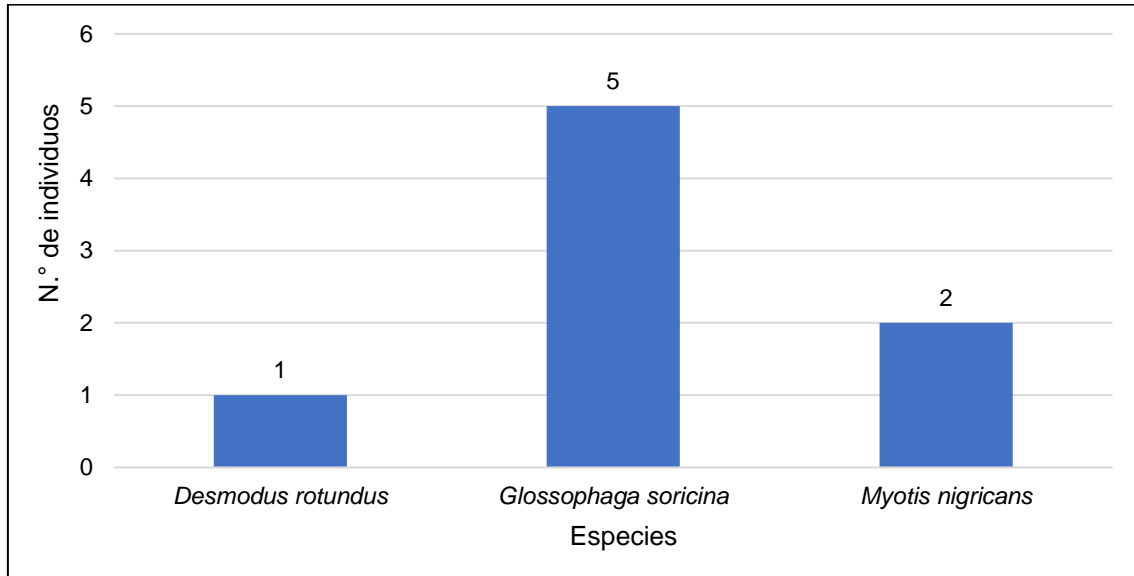


Figura 7.81. Número de individuos de especies de murciélagos

En cuanto a la abundancia relativa la especie con mayor valor fue *Glossophaga soricina* «murciélago longirostro» con 3,125 individuos/redes-noche en relación con las demás especies registradas en esta zona (Tabla 7.30).

Tabla 7.30. Abundancia relativa de murciélagos

Orden	Familia	Especie	Piedra Candela 3X	Abundancia relativa
			Bosque seco semidenso de colinas	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	1	0,625
		<i>Glossophaga soricina</i>	5	3,125
	Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	2	1,25

En cuanto a los mamíferos mayores silvestres se obtuvieron 64 registros independientes mediante cámaras trampa y destacando los registros del orden Carnivora con 3 especies, siendo el *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» el de mayor frecuencia con 36 registros independientes, seguido del *Odocoileus peruvianus* «venado de cola blanca» con 17 registros independientes, ambas especies con un amplio rango de distribución y desplazamiento (Tabla 7.31).

Tabla 7.31. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Piedra Candela 3X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Piedra Candela 3X					T
				Bosque seco semidenso de colinas					
				LXXIII-01	LXXIII-02	LXXIII-03	LXXIII-04	LXXIII-05	
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	-	-	-	1	1	2
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus colocola</i>	Gato de los pajonales	-	1	-	1	--	2
	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro costeño	2	8	-	20	6	36
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Añás	-	-	-	7	-	7
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Venado de cola blanca	4	7	-	3	3	17
Total				6	16	0	32	10	64

T: Total

b) Blanco - 1

En la zona Blanco -1 se registró sólo la especie *Artibeus fraterculus* «murciélago frutero» y con una abundancia relativa de 1,25 individuos/redes-noche, para los murciélagos, esta pertenece a la familia Phyllostomidae.

Para el grupo de mamíferos mayores se registró 6 especies pertenecientes a 6 familias y distribuidas en 3 órdenes, siendo el orden Carnivora el de mayor frecuencia. La especie *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» fue el de mayor valor con 35 registros independientes, seguido de *Odocoileus peruvianus* «venado de cola blanca» con 18 registros independientes. En total para las 6 especies registradas se obtuvo 59 registros independientes (Tabla 7.32).

Tabla 7.32. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Blanco-1

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Blanco -1					T
				Bosque seco semidenso de colinas					
				LXXIII-06	LXXIII-07	LXXIII-08	LXXIII-09	LXXIII-10	
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	1	-	-	1	-	2
Rodentia	Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Ardilla nuca blanca	-	-	1	-	-	1
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus colocola</i>	Gato de los pajonales	-	-	1	-	-	1
	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro costeño	8	1	8	4	14	35
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Añás	-	-	-	-	2	2
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Venado de cola blanca	5	10	-	2	1	18
Total				14	11	10	7	17	59

T: Total

c) El Cardo 2X

En esta zona se registró a la especie *Myotis nigricans* «murciélago negruzco común» con 2 individuos representando 1,25 individuos/redes-noche, espécimen de pequeño tamaño con hábitos alimenticios de tipo insectívora y con funciones básicas como controlador biológico para este grupo.

Para mamíferos mayores se registraron 2 especies *Tamandua mexicana* «oso hormiguero» y *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» con mayor registro para esta última especie con 20 registros independientes (Tabla 7.33).

Tabla 7.33. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en El Cardo 2X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	El Cardo 2X					T
				Bosque seco ralo de colinas					
				LXXIII-11	LXXIII-12	LXXIII-13	LXXIII-14	LXXIII-15	
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	-	-	2	-	-	2
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro costeño	8	3	6	3	-	20
Total				8	3	8	3	0	22

T: Total

d) Cope Sur 5X

Los murciélagos registrados en esta zona fueron *Desmodus rotundus* «vampiro común» y *Glossophaga soricina* «murciélago longirostro», con 2 capturas para cada uno respectivamente, representando 1,67 individuos/redes-noche en cuanto a su abundancia relativa. El murciélago longirostro es una especie de hábito alimenticio de tipo nectarívoro, es decir se alimenta de néctar de las plantas, cumpliendo una función muy importante ecológicamente, ya que puede favorecer a la polinización mediante el transporte mecánico del polen al momento de alimentarse.

Para los mamíferos mayores la especie *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» fue el de mayor frecuencia con 45 registros independientes, entre las 3 especies registradas para esta zona, y con registros particulares de las especies *Simosciurus neboxii* «ardilla nuca blanca» y *Tamandua mexicana* «oso hormiguero» con 1 registro cada uno respectivamente (Tabla 7.34).

Tabla 7.34. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Cope Sur 5X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Cope Sur 5X					T
				Bosque seco ralo de colinas					
				LXXIII-26	LXXIII-27	LXXIII-28	LXXIII-29	LXXIII-30	
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	-	-	-	1	-	1
Rodentia	Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Ardilla nuca blanca	-	1	-	-	-	1
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro costeño	9	5	14	12	5	45



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Cope Sur 5X					T
				Bosque seco ralo de colinas					
				LXXIII-26	LXXIII-27	LXXIII-28	LXXIII-29	LXXIII-30	
Total				9	6	14	13	5	47

T: Total

e) Cope Sur 1X

En esta zona no se registraron individuos de murciélagos; sin embargo, para los mamíferos mayores se obtuvieron 4 especies destacando el *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» con 34 registros independientes y resaltando el reporte de la especie *Conepatus semistriatus* «añás» con 3 registros independientes al igual que el *Tamandua mexicana* «oso hormiguero» (Tabla 7.35).

Tabla 7.35. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Cope Sur 1X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Cope Sur 1X					T
				Bosque seco muy ralo de colinas					
				LXXIII-16	LXXIII-17	LXXIII-18	LXXIII-19	LXXIII-20	
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	-	2	1	-	-	3
Rodentia	Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Ardilla nuca blanca	-	-	1	-	-	1
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro costeño	1	14	14	4	1	34
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Añás	-	-	2	1	-	3
Total				1	16	18	5	1	41

T: Total

f) Caracol 1X

En murciélagos se han registrado 20 individuos de la especie *Molossus molossus* «murciélago casero», esta es una especie totalmente representativa de habitas de tipo de bosque seco y costero. La abundancia relativa para esta especie resultó 12,5 individuos/redes-noche.

Y para mamíferos mayores se registró 2 especies pertenecientes a 2 familias y 2 ordenes con 36 registros independientes para la especie *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» y 5 registros independientes para *Tamandua mexicana* «oso hormiguero» haciendo un total de 41 registros independientes (Tabla 7.36).

Tabla 7.36. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Caracol 1X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Caracol 1X					Total
				Bosque seco muy ralo de colinas					
				LXXIII-31	LXXIII-32	LXXIII-33	LXXIII-34	LXXIII-35	
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	-	3	-	-	2	5
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro costeño	2	18	4	-	12	36
Total				2	21	4	0	14	41

T: Total

g) Caracol 4X

En mamíferos mayores se registraron 2 especies, siendo *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» el de mayor frecuencia con 23 registros independientes y un único registro de *Simosciurus neboxii* «ardilla nuca blanca» (Tabla 7.37).

Tabla 7.37. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Caracol 4X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Caracol 4X			T
				Bosque seco ralo de colinas			
				LXXIII-36	LXXIII-37	LXXIII-38	
Rodentia	Sciuridae	<i>Simosciurus neboxii</i>	Ardilla nuca blanca	1			1
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro costeño	16	5	2	23
Total				17	5	2	24

T: Total

h) Blanco-2

Para el caso de la zona Blanco-2 se registraron 2 especies, destacando entre ellas el *Tamandua mexicana* «oso hormiguero» como especie con menor frecuencia, y como especie común en casi todas las zonas al *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» con 12 registros independientes (Tabla 7.38).

Tabla 7.38. Registro de especies de mamíferos mayores silvestres en Blanco-2

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Blanco-2					T
				Bosque seco muy ralo de colinas					
				LXXIII-21	LXXIII-22	LXXIII-23	LXXIII-24	LXXIII-25	
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero			1			1
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro costeño	1	5	2	3	1	12
Total				1	5	3	3	1	13

T: Total

7.4.3.1 Diversidad

En la zona de Piedra Candela 3X que por sus características del tipo de vegetación de Bosque seco semidenso de colinas presentó la mayor diversidad de murciélagos con $H' (\log_2) = 1,299$ bits/ind y $1-\lambda = 0,531$ probits/ind en donde la especie más abundante resultó ser *Glossophaga soricina* «murciélago longirostro» con 5 individuos, quizá se pueda decir que es la especie de mayor dominancia para esta pequeña muestra de individuos capturados. Esta mayor diversidad fue protagonizada por 3 especies en particular para la zona mencionada anteriormente y sucedida por 2 especies capturadas en la zona Cope Sur 5X con una diversidad no obstante menor que la primera con $H' (\log_2) = 1$ bits/ind y $1-\lambda = 0,5$ probits/ind constituida de un equitativo número de individuos (2) por cada especie. En las zonas restantes los registros en cuanto a murciélagos tuvieron algo particular, es decir la dominancia de una sola especie que no motiva los efectos en diversidad para especies, pero con una notoria abundancia de 20 individuos en la zona Caracol 1X (Tabla 7.39 y Figura 7.82).

Tabla 7.39. Índices de diversidad de murciélagos por zona de evaluación

Zonas de evaluación	S	N	$H' (\log_2)$	$1-\lambda$
Piedra Candela 3X	3	8	1,299	0,531
Blanco-1	1	2	0	0
El Cardo 2X	1	2	0	0
Cope Sur 5X	2	4	1	0,5
Caracol 1X	1	20	0	0

S: Número de especies, N: Número de individuos, $H' (\log_2)$: Índice de Shannon en base 2, $1-\lambda$: Índice de Simpson

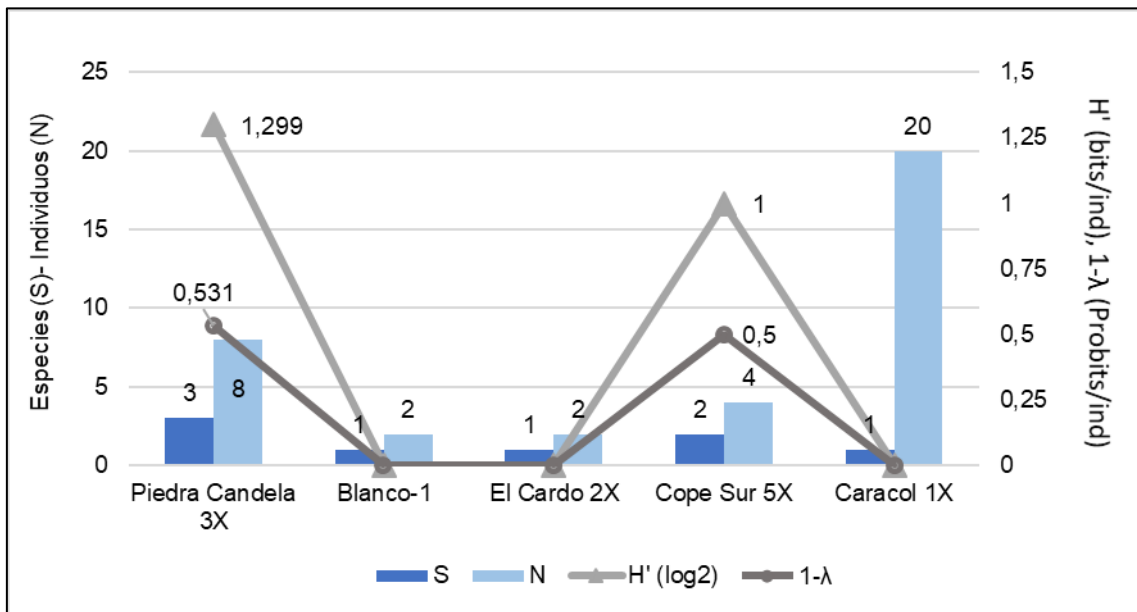


Figura 7.82. Diversidad de murciélagos

La diversidad de mamíferos mayores la zona de Piedra Candela 3X fue el de mayor índice de diversidad con $H' (\log_2) = 1,637$ bits/ind y $1-\lambda = 0,599$ probits/ind, conformada por 5 especies con 64 registros o evidencias independientes mediante cámaras trampa, que coincidentemente es sucedida por la zona de comparación tomada como zona Blanco-1 con $H' (\log_2) = 1,5$ bits/ind y $1-\lambda = 0,552$ probits/ind en cuanto a diversidad representada por 6 especies presentes y con 59 registros independientes. Esto significa que en la zona de Piedra Candela 3X no existe una estricta dominancia de registros de las especies *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» y *Odocoileus peruvianus* «venado de cola blanca» a ellos se

suma el «añás» *Conepatus semistriatus* con un significativo número de registros (7); en cambio, en la zona Blanco-1, el zorro costeño y el venado de cola blanca prevalecen notoriamente sobre las otras especies con los mayores registros.

Entre todas las zonas evaluadas la zona Caracol 4X presentó la menor diversidad en cuanto a especies con $H' (\log 2) = 0,25$ bits/ind y $1-\lambda = 0,08$ probits/ind, debido principalmente a que las 2 especies presentes, entre estos el *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» presenta una mayor frecuencia en los registros sobre la «ardilla nuca blanca» *Simosciurus neboxii* con un único registro (Tabla 7.40 y Figura 7.83).

Tabla 7.40. Índices de diversidad de mamíferos mayores por zona de evaluación

Zonas de evaluación	S	N	$H' (\log 2)$	$1-\lambda$
Piedra Candela 3X	5	64	1,637	0,599
Blanco-1	6	59	1,5	0,552
El Cardo 2X	2	22	0,439	0,082
Cope Sur 5X	3	47	0,296	0,301
Cope Sur 1X	4	41	0,907	0,214
Caracol 1X	2	41	0,535	0,214
Caracol 4X	2	24	0,250	0,080
Blanco-2	2	13	0,391	0,142

S: Número de especies, N: Número de individuos, $H' (\log 2)$: Índice de Shannon en base 2, $1-\lambda$: Índice de Simpson

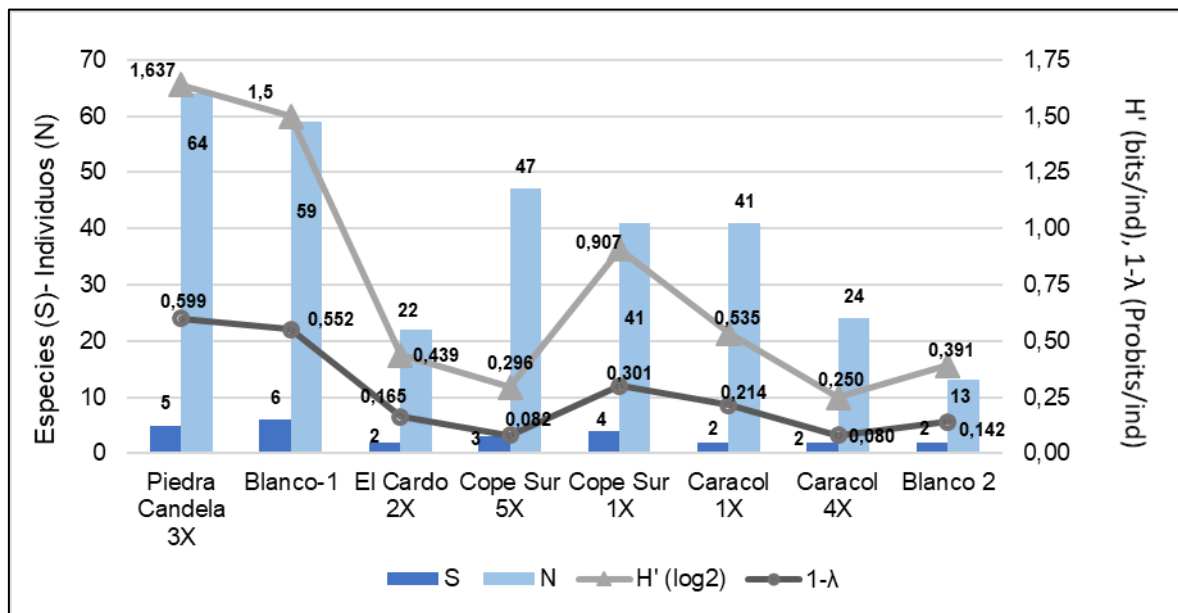


Figura 7.83. Diversidad de mamíferos mayores

7.4.3.2 Similaridad

La similaridad para estos casos, no es más que ver la semejanza entre dos zonas por las especies presentes en ellas, es decir esta semejanza se refleja en especies compartidas entre las zonas evaluadas. Y tal es el caso de las zonas Cope Sur 5X y Piedra Candela 3X en donde se han registrado las especies *Desmodus rotundus* «vampiro común» y *Glossophaga soricina* «murciélago longirostro» para ambas zonas, a excepción de la especie *Myotis nigricans* «murciélago negruzco común» que particularmente fue registrada sólo para Piedra Candela 3X, esta agrupación calculada mediante el índice de similaridad

de Jaccard tiene un valor proporcional de 0,67. A esta agrupación se incluye la zona Cardo 2X con un valor proporcional de 0,33 según este análisis, basado en presencia y ausencia de especies, pero sólo con Piedra Candela 3X generado por la especie *Myotis nigricans* «murciélago negruzco común» (Tabla 7.41 y Figura 7.84). Si bien la distribución y desplazamiento de las especies de murciélagos es amplia, la similitud de la presencia de ciertas especies de cierto modo compartidas, puede deberse a simples y múltiples factores, como la disponibilidad de alimento, dormitorios, vías o corredores, etc., factores que pueden ser materia de otros estudios. En cuanto a las zonas Caracol 1X y Blanco-1 se mantienen aisladas por la presencia de especies particulares como *Molossus molossus* «murciélago casero» y *Artibeus fraterculus* «murciélago frutero» respectivamente.

Tabla 7.41. Valores de Similitud de Jaccard entre zonas de evaluación según composición de especies de murciélagos

Similitud de Jaccard	Piedra Candela 3X	Blanco-1	El Cardo 2X	Cope Sur 5X	Caracol 1X
Piedra Candela 3X	1	0	0,33	0,67	0
Blanco-1	0	1	0	0	0
El Cardo 2X	0,33	0	1	0	0
Cope Sur 5X	0,67	0	0	1	0
Caracol 1X	0	0	0	0	1

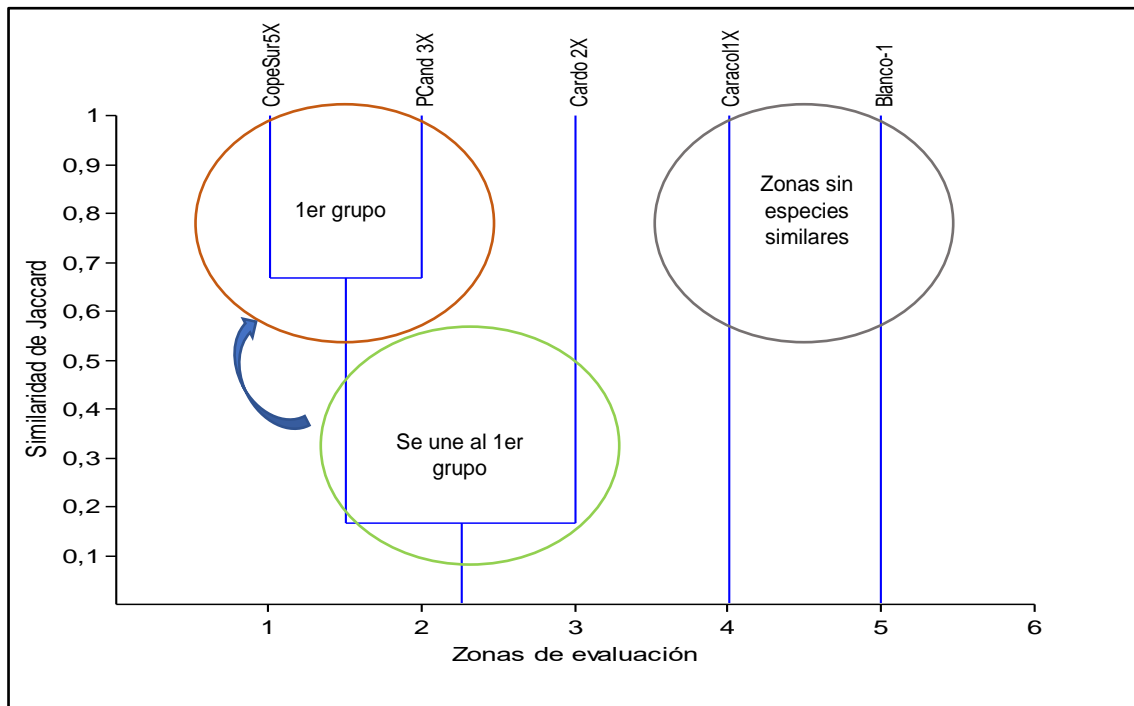


Figura 7.84. Similitud entre las zonas de evaluación según la composición de especies de murciélagos

En base al análisis de similitud de las zonas de evaluación para mamíferos mayores, se nota claramente 3 agrupaciones, una de ellas y la más sólida con especies compartidas en su totalidad son las zonas El Cardo 2X, Caracol 1X y la denominada zona Blanco-2 cuyas especies que generaron esta agrupación fueron *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» *Tamandua mexicana* «oso hormiguero», la segunda agrupación por similitud de especies fueron las zonas Piedra Candela 3X y su similar según el tipo de bosque (Bosque seco semidenso de colinas) la zona denominada Blanco-1 con un valor proporcional de 0,83,

derivado de 5 de las 6 especies registradas en esta última zona, con excepción de la especie *Simosciurus neboxii* «ardilla nuca blanca». Y por último se tiene en primer orden las zonas Cope Sur 1X y 5X con un valor proporcional de similaridad de 0,75 influenciada por 3 especies en común *Lycalopex sechurae* «zorro costeño», *Simosciurus neboxii* «ardilla nuca blanca» y *Tamandua mexicana* «oso hormiguero» y, relegada pero con un valor proporcional de 0,67 de similaridad con estas 2 últimas está la zona Caracol 4X por la presencia del zorro costeño y ardilla nuca blanca (Tabla 7.42 y Figura 7.85).

Tabla 7.42. Valores de Similaridad de Jaccard entre zonas de evaluación según composición de especies de mamíferos mayores

Similaridad de Jaccard	Piedra Candela 3X	Blanco-1	El Cardo 2X	Cope Sur 5X	Cope Sur 1X	Caracol 1X	Caracol 4X	Blanco-2
Piedra Candela 3X	1	0,83	0,4	0,33	0,5	0,4	0,17	0,4
Blanco-1	0,83	1	0,33	0,5	0,67	0,33	0,33	0,33
El Cardo 2X	0,4	0,33	1	0,67	0,5	1	0,33	1
Cope Sur 5X	0,33	0,5	0,67	1	0,75	0,67	0,67	0,67
Cope Sur 1X	0,5	0,67	0,5	0,75	1	0,5	0,5	0,5
Caracol 1X	0,4	0,33	1	0,67	0,5	1	0,33	1
Caracol 4X	0,17	0,33	0,33	0,67	0,5	0,33	1	0,33
Blanco-2	0,4	0,33	1	0,67	0,5	1	0,33	1

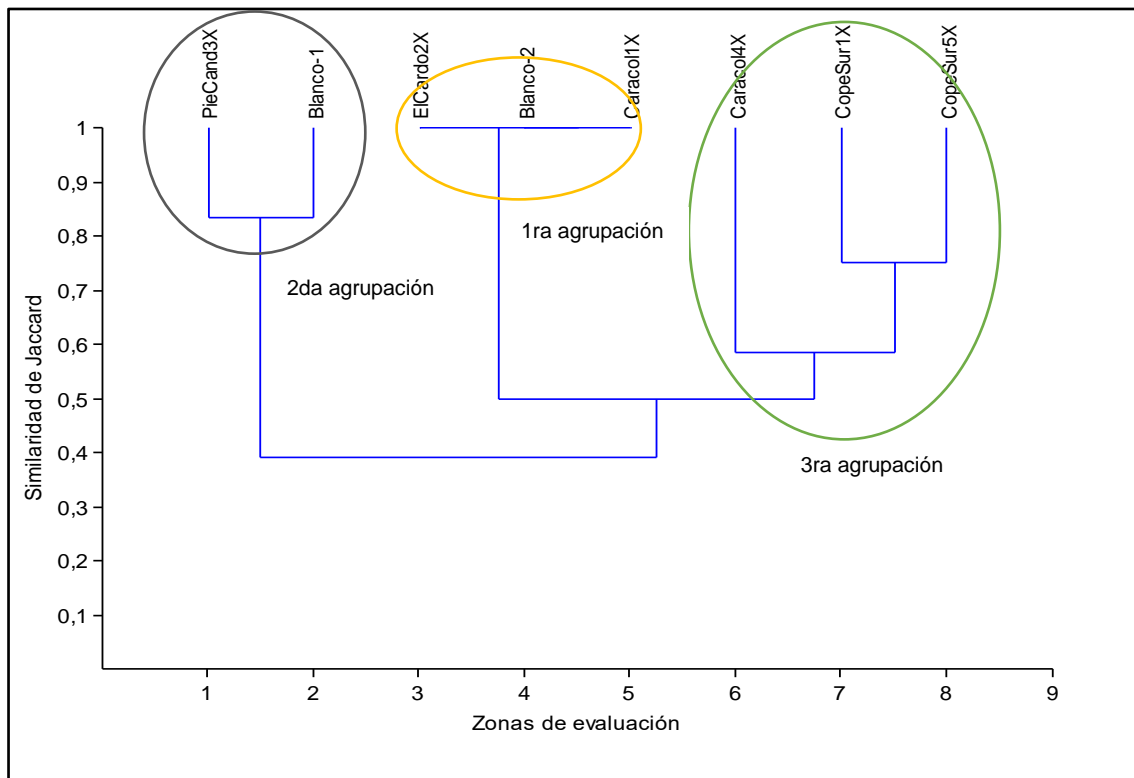


Figura 7.85. Similaridad entre las zonas de evaluación según la composición de especies de mamíferos mayores

7.4.3.3 Especies incluidas en categorías de conservación

Del total de especies registradas 2 de ellos se encuentran en alguna categoría de conservación nacional e internacional. Según la IUCN (2020) destacan el *Leopardus colocola* «gato de los pajonales» y *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» categorizadas como casi amenazado (NT).

En la legislación de conservación nacional (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI), la especie *Leopardus colocola* «gato de los pajonales» se encuentra considerada con Datos insuficientes (DD), es decir aún faltan información sobre su situación poblacional, así como su distribución a nivel de Perú, mientras que *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» se encuentra categorizada como especie Casi amenazada (NT).

Y de acuerdo con los apéndices de la CITES (2019), sólo la especie *Leopardus colocola* «gato de los pajonales» se encuentra en el apéndice II el cual se incluye por no encontrarse necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. (Tabla 7.43).

Tabla 7.43. Registro de especies en categoría de conservación

Orden	Familia	Especie	Nombre común	IUCN (2020)	CITES (2019)	D.S. N.º 004-2014
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus colocola</i>	Gato de los pajonales	NT	II	DD
	Canidae	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro costeño	NT	-	NT

EN: En peligro, VU: Vulnerable, NT: Casi amenazado, DD: datos insuficientes, --: no aplica
II: Apéndice Cites

8. DISCUSIONES

En esta sección se discutirá los principales resultados de la calidad de agua, comunidades hidrobiológicas, flora y fauna silvestre entorno a las plataformas Cope Sur, Caracol, Cardo y Piedra Candela localizadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.

8.1. Agua

La quebrada Bocapán con características desérticas recibe el aporte de las quebradas Panales, Seca, Marinero y Sapotal. Asimismo, la Intercuenca 13939 con deficiencia hídrica se alimenta principalmente del río Tumbes, para la agricultura mediante canales de la irrigación por su margen izquierda y para el abastecimiento de agua potable a los distritos de La Cruz y Zorritos mediante canales a la planta potabilizadora Los Cedros (ANA,2019).

Con la finalidad de caracterizar el régimen de precipitaciones en la cuenca Bocapán, se hizo el uso de información del Satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission), el cual proporcionó información de lluvia en tiempo real. Dicho satélite fue el primero en monitorear la precipitación tropical (Kummerow *et al.*, 2000). Como se puede apreciar en la Figura 8.1, para al año seco 2014 por debajo del promedio histórico (Quincho, 2015) y la presencia del fenómeno «El Niño Costero» 2017(ENFEN, 2017). La mayor concentración de precipitación total mensual en la cuenca Bocapán se distribuye en su cabecera durante la temporada húmeda (marzo) y en la temporada seca (julio) la precipitación a lo largo de toda la cuenca es mínima.

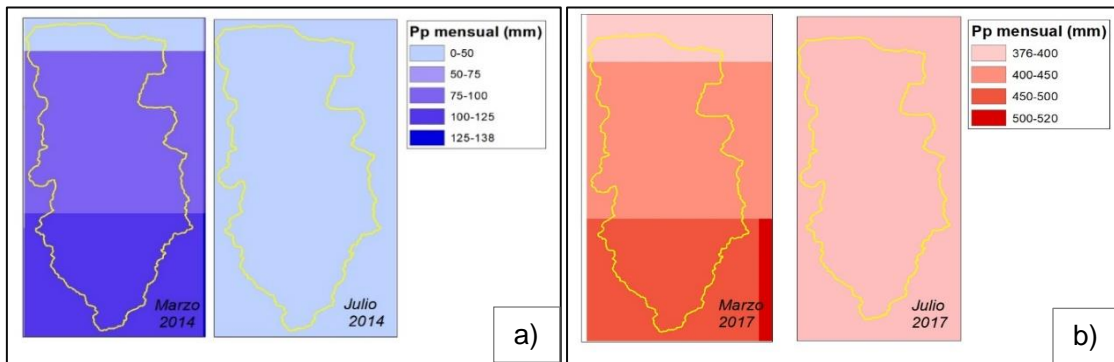


Figura 8.1. Precipitación total mensual en a) año 2014 caracterizado por seco y b) año 2017 por la presencia de Fenómeno «El Niño Costero»

A partir de las precipitaciones obtenidas del TRMM, se obtuvo la variabilidad mensual de precipitaciones de 31 años (1988-2018). En la Figura 8.2 se puede apreciar que el comportamiento hidrológico es estacional, con el período de lluvia de diciembre a abril y el período de estiaje de mayo a noviembre, resaltando que en marzo se registran las mayores precipitaciones.

Debido a ello, el río Bocapán y quebradas aportantes solo registran escorrentía durante los meses de lluvia (flujo intermitente). Dicho contexto climático es particular de la zona Norte del Perú, donde la región Tumbes, caracterizado por tener clima desértico, esta influenciado por la corriente de Humboldt y el anticiclón del Pacífico Sur, y cuya variabilidad interanual de precipitación es fuertemente modulada por los eventos extraordinarios «El Niño» que producen precipitaciones extremas (León, 2014).

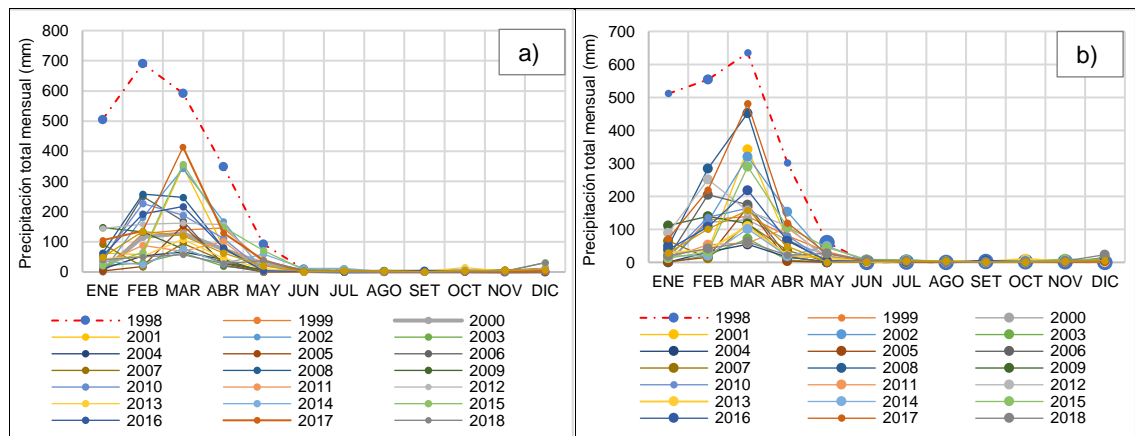


Figura 8.2. Precipitación total mensual histórica a) cuenca media baja y b) cuenca media alta

Actualmente, la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 soporta sequías por tiempos prolongados (León, 2014), lo cual se evidenció durante la evaluación en marzo 2020 y se aprecia en la Figura 8.3. Por esta condición hidrológica, el agua subterránea es el principal recurso hídrico de la población local, de acuerdo con lo indicado en el Anexo 4 (Reporte comunitario N°. RCC_006_020-STEC). La principal fuente de recarga de agua subterránea proviene de la infiltración de las precipitaciones estacionales y extremas a lo largo de todo el lecho fluvial y aluvial, tal como ocurre en el acuífero libre Casitas de la cuenca Bocapán (Minag 1986; Inrena, 1997; Inrena, 2006 y ANA, 2018). Las quebradas adyacentes junto con los canales de regadío sin revestimiento también son fuentes de recarga.



Figura 8.3. Quebradas secas o sin flujo de agua en marzo 2020 en a) Quebrada Bocapan, b) De La Capilla, c) Tucilla y d) El Avión Caído

De otro lado, el acuífero Casitas, Anexo 2 (Mapas), está constituido por depósitos permeables de origen aluvial y de forma secundaria fluvial; ambos del cuaternario reciente. La permeabilidad decrece en el sentido del flujo subterráneo, siendo el material hidrogeológicamente más permeable el que se encuentra en el lecho de la quebrada Bocapán (Minag, 1986). De acuerdo con la morfología del nivel freático del acuífero Casitas (Inrena, 1997; Inrena, 2006 y ANA, 2018), el valle de la cuenca Bocapán fue dividido en 3 zonas:

- Zona 1 comprende los sectores de Pitayal-Cherrelisque-Tacna Libre
- Zona 2 comprende los sectores Cañaverál-Huaquillas-Tamarindo
- Zona 3 abarca los sectores Averías-Pueblo Nuevo-Trigal.

A lo largo del valle existe una red de pozos artesanales que son utilizados para la extracción del agua subterránea. En la Figura 8.4 se aprecia el acuífero Casitas y los tramos del valle dividido por zonas para entender el tipo y calidad de agua. En los citados pozos se evaluaron los metales totales (calcio, sodio, magnesio y potasio) y los aniones (cloruros, sulfatos y bicarbonatos) relacionados al comportamiento hidroquímico.

De acuerdo con la Figura 8.4a, la conductividad eléctrica (CE) en los pozos artesanales se incrementaron en dirección al flujo del cuerpo de agua superficial principal de la cuenca



Bocapán³⁸, con valores de CE de todos los 54 pozos en la Zona I menores a los ECA para Agua 2008 ($< 2000 \mu\text{S}/\text{cm}$), 7 pozos en la Zona II con valores de CE que superaron el valor de los ECA para Agua 2008 Categoría 3. Luego en la Zona III se registró el mayor número de pozos (14), cuyos valores de CE son mayores a los ECA respectivos.

Aguas abajo del último pozo relacionado al acuífero Casitas (Código IRHS 24/02/02-87), los puntos de muestreo de la quebrada Bocapán en QBoca1A (evaluado por OEFA en marzo de 2020) y E-3 (evaluado por BPZ en julio de 2008) reportaron mayores valores de CE que el registro histórico de los pozos artesanales de la cuenca Bocapán, mientras el valor de CE de E-2 (evaluado por BPZ en julio de 2008) fue superior a la mayoría de los pozos.

Cabe señalar que el valor de CE de QBoca1A ($6000 \mu\text{S}/\text{cm}$) fue mayor a los ECA para Agua 2017 (D2) con $5000 \mu\text{S}/\text{cm}$. La misma tendencia de incremento de valores de la CE también se observa en las concentraciones de los principales cationes (Figura 8.4b) y aniones (Figura 8.4c) en los pozos artesanales del acuífero Casitas y la quebrada Bocapán.

Al respecto, la Figura 8.4b muestra que los sulfatos (SO_4) fue el principal anión que incrementó sus concentraciones en el acuífero Casitas desde la Zona I (pueblo de Cherrelique) con porcentaje mayor al 35 %, y los cuales fueron mayores a los registros de los cloruros (Cl) y bicarbonatos (HCO_3).

En tanto, la Figura 8.4c señala que los cationes principales del acuífero Casitas son el calcio (Ca) y sodio (Na), cuya mínima suma de concentraciones fue el 73,7 % de los 4 cationes considerados. En otros resultados, los 3 pozos artesanales de El Charán (Pozo 1, 2 y 3) registraron mayores valores de CE, sulfatos, sodio, magnesio y calcio (excepto en 3 pozos de la Zona III).

Las comparaciones históricas de las concentraciones de SO_4 , Cl, Ca, Na y Mg del acuífero Casitas, la quebrada Bocapán y a manera referencial los pozos artesanales El Charán con los ECA para Agua 2008 y 2017 Categoría 3 se observa en las respectivas gráficas del Anexo 9 (Figuras complementarias), en donde se registra el incremento de dichos iones en el acuífero, con registro de algunos de pozos en la Zona II (excepto para magnesio) sus concentraciones fueron mayores a los ECA.

En caso de los pozos artesanales de El Charán, comparado de manera referencial, tiene mayores concentraciones de sulfatos y calcio (excepto Pozo 1), además de sodio y magnesio que los pozos artesanales del acuífero Casitas. En adición a lo anterior, la quebrada Bocapán tiene mayores concentraciones de cloruros y sodio que los pozos de El Charán, y semejantes registros de sulfatos y calcio con el Pozo 1.

³⁸ Los valores históricos de conductividad eléctrica (CE) por año evaluado se indican en el Anexo 10 (Base de datos complementarios) y cuyo esquema de distribución de valores en las 3 zonas se muestran en el Anexo 9 (Figuras complementarias).

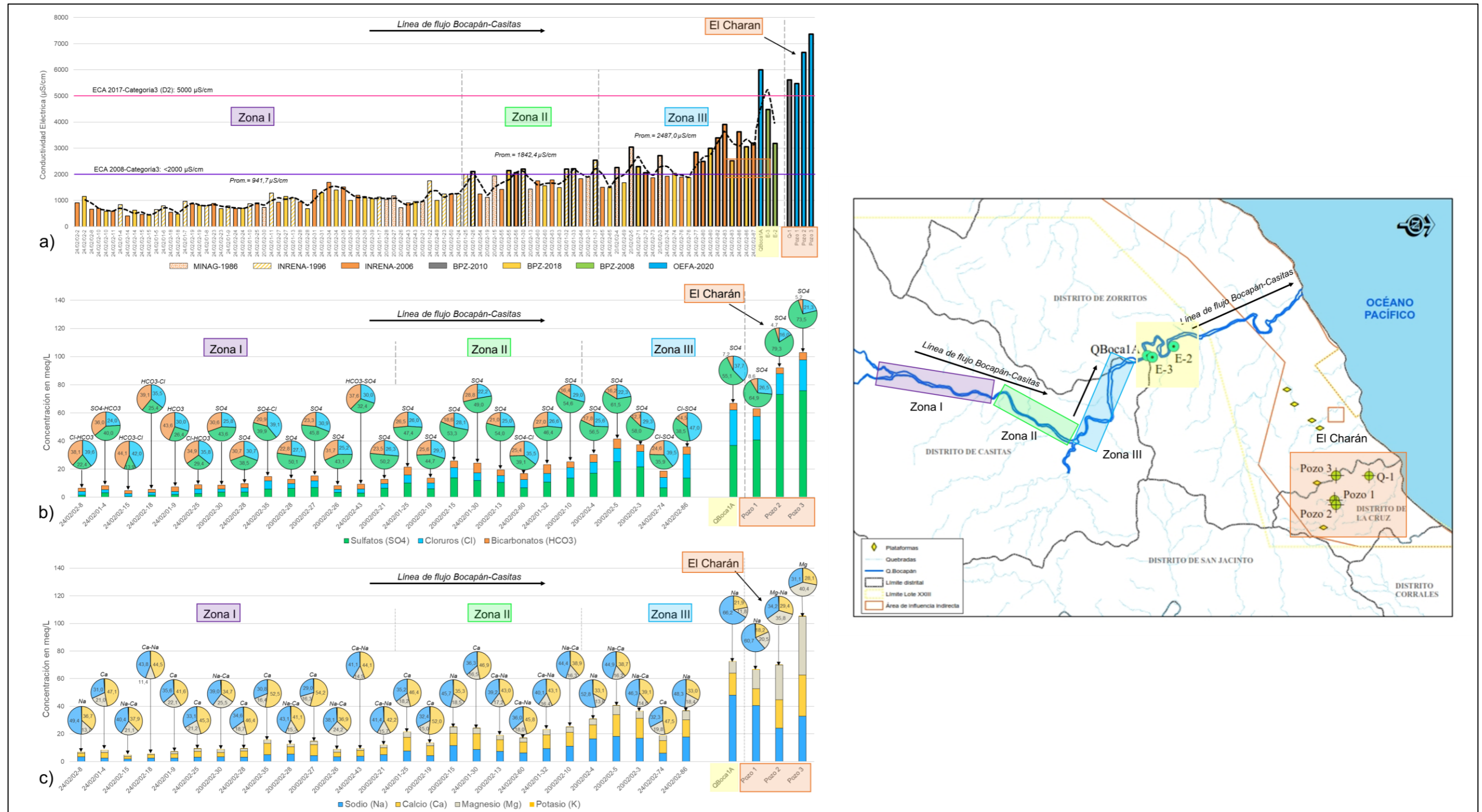


Figura 8.4. Registro de a) Valores de conductividad del acuífero Casitas (históricos), pozos artesanales de El Charán y la quebrada Bocapán - QBoca1A, E-2 y E-3, b) Concentración de sulfatos, cloruros y bicarbonatos y sus porcentajes del acuífero Casitas (históricos), pozos artesanales de El Charán y la quebrada Bocapán - QBoca1A, y c) Concentración de sodio, calcio, magnesio y potasio y sus porcentajes del acuífero Casitas (históricos), pozos artesanales de El Charán y la quebrada Bocapán - QBoca1A

Con respecto al análisis hidroquímico, el Diagrama Gibbs en sus dos relaciones iónicas (Figura 8.5a) indica que el agua de los pozos artesanales del acuífero Casitas cambia sus procesos geoquímicos, desde la meteorización de las rocas, conformado por minerales calcáreos y lutitas entre otros, en las Zonas I y II al dominio de la evaporización relacionado a los depósitos evaporíticos que predominan a partir de la Zona III (próximo al litoral) y en el caserío El Charán donde se encuentran los pozos artesanales.

De acuerdo con el Diagrama de Mifflin (Figura 8.5b) el tipo de flujo del acuífero Casitas cambia del tipo local e intermedio (Zona I) a regional (Zona II y III). Este cambio de flujo se relaciona con los resultados del diagrama de Gibbs, que mediante el incremento de los sólidos totales disueltos (STD) muestra el enriquecimiento de los minerales al disolverse en el agua. Dichos resultados evidencian que en El Charán el flujo regional corresponde a un acuífero confinado, tal como lo indica el estudio de Torres-Rivera (2012).

Mientras que la relación rNa/rCl y rCa/rMg (Figura 8.5c) muestra que en el acuífero Casitas de las 3 zonas evaluadas, los pozos artesanales caen en la zona de disolución de los minerales silicatos. De acuerdo con Appelo y Postma (1993), las altas concentraciones de bicarbonatos es producto de la disolución de los minerales silicatos³⁹; no obstante, la poca variabilidad de las concentraciones de bicarbonatos registradas en el agua subterránea indicaría que los minerales silicatos aportan otros iones mediante la hidrólisis como el calcio y magnesio (Katz *et al.*, 1998).

El comportamiento fisicoquímico con respecto al calcio y magnesio es diferente a lo que ocurre en los pozos artesanales de El Charán en donde hay un equilibrio químico entre dichos metales al estar cerca al valor de rCa/rMg cerca de 1. En tanto, la mayoría de los pozos artesanales del acuífero Casitas, de El Charán y la quebrada Bocapán (QBoca1A) registraron índices de rNa/rCl mayor 1, lo que de acuerdo con Meybeck (1987), una de las fuentes de sodio en el agua proviene a partir de los silicatos.

En tanto, en el Diagrama de Piper (Figura 8.5d) se visualiza el incremento de los iones en general desde la Zona I a la Zona III, en donde los sulfatos son los que más aumentaron su concentración. Con respecto al Diagrama de Stiff (Figura 8.5e), lo más resaltante que se observa son las interacciones o variaciones temporales entre el calcio y sodio, que concuerda con el análisis de los índices cloro alcalinos (CAI-1 y CAI-2), el cual registró valores negativos en la mayoría de puntos de muestreo, por lo que representa una liberación del sodio de las rocas en el agua subterránea y la adsorción de calcio o magnesio (Liu *et al.*, 2020), no obstante, existen otros procesos geoquímicos en la fase sólida que interviene y alterna la predominancia, lo que se puede ver en la alternancia de los mayores porcentajes.

³⁹ - De acuerdo con el estudio realizado por Mechal *et al.* (2017), cuando el valor de la relación Ca/Mg es mayor 2, la formación de bicarbonatos (HCO_3^-) es producto de la hidrólisis de los silicatos con el CO_2 .

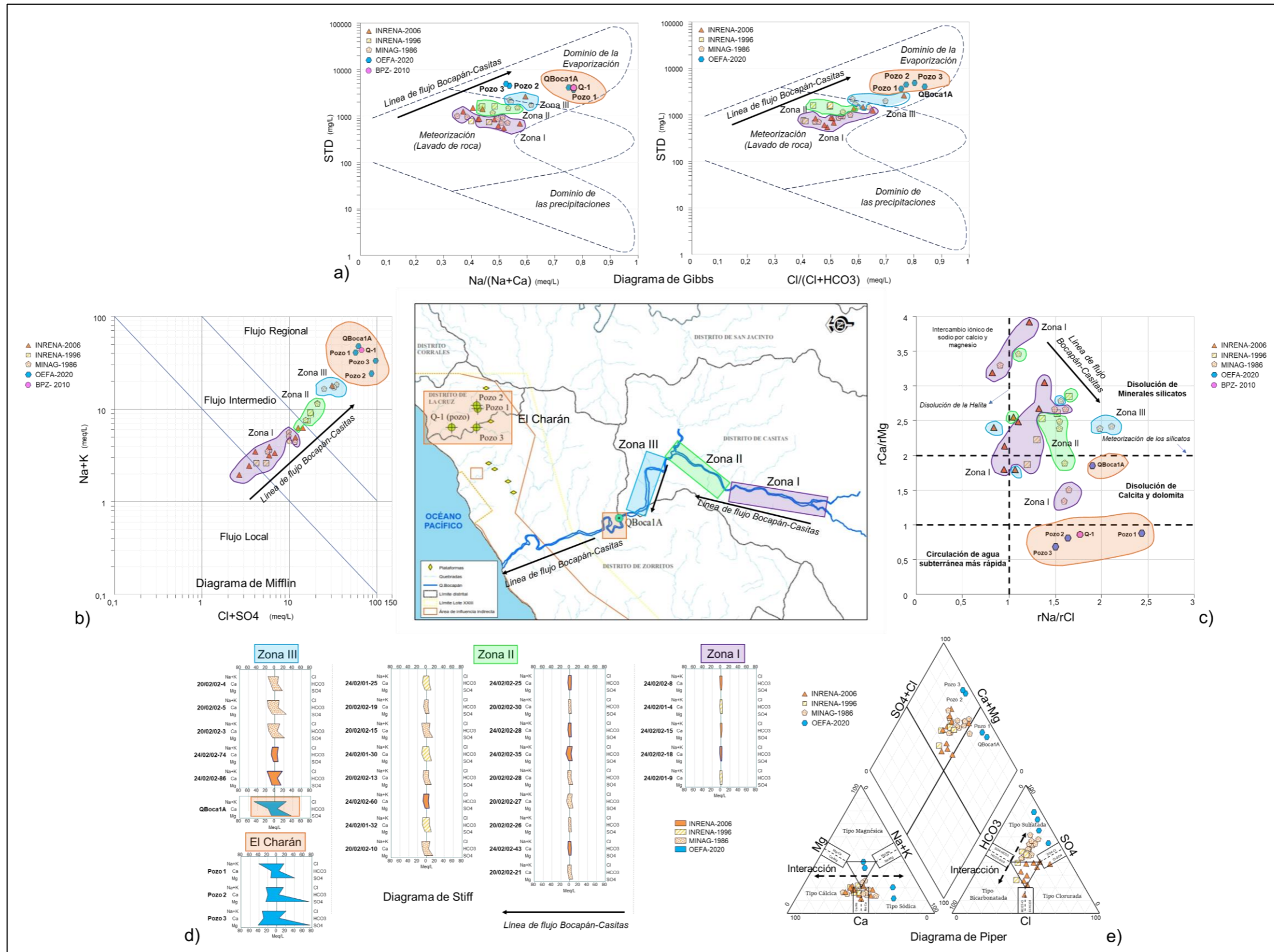


Figura 8.5. Relaciones y diagramas hidroquímicos en el acuífero Casitas (histórico), la quebrada Bocapán - QBoca1A y los pozos artesanales de El Charán en a) Diagrama de Gibbs, b) Diagrama de Mifflin, c) Relación rNa/rCl y rCa/rMg , d) Diagrama de Stiff y e) Diagrama de Piper



La Figura 8.6 muestra los parámetros de la quebrada Bocapán y los pozos artesanales de El Charán, que incluye el pozo Q-1 evaluado por BPZ en marzo de 2010 reportado en el Anexo 10 (Base de datos complementarios), cuyas concentraciones fueron mayores a sus respectivos valores de los ECA para agua 2008 y 2017 en la Categoría 3: riego de vegetales de tallo alto y bajo y bebidas de animales. Además, se adicionaron y compararon de manera referencial con los ECA, los resultados de las aguas termales de los pozos de exploración abandonados «Troncomocho» y «El Tubo», y los baños de barro termomedicinales «Los Hervideros». Asimismo, se consideró el agua de producción de los pozos exploratorios El Cardo y Piedra Candela 3X de Upland (antes BPZ)⁴⁰. Los resultados anteriores también se encuentran agrupados en el Anexo 10.

Al respecto, el agua del pozo «El Tubo», las aguas de producción de los pozos Candela 3X y El Cardo, y las aguas termales de «Los Hervideros» y «Troncomocho» registraron elevadas concentraciones de cloruros, sodio y hierro comparadas con los registros de los pozos artesanales de El Charán y la quebrada Bocapán. Asimismo, el agua del pozo abandonado «El Tubo» registró altos valores de conductividad eléctrica y concentración de boro (mayores a las aguas termales de los «Los Hervideros» y «Troncomocho»).

Las máximas concentraciones de calcio, magnesio y sulfatos fueron reportadas en los pozos 2 y 3 en comparación con los pozos artesanales pozo1 y Q-1, así como las aguas termales y producción; y los máximos registros de aluminio y manganeso estuvieron en el pozo 2 comparados con los otros pozos artesanales (pozo1, pozo 2 y Q-1) y las aguas termales.

De los resultados hidroquímicos y con la información geológica, se determina que la presencia de calcio, sodio, cloruros y sulfatos en elevadas concentraciones que excedieron los ECA para Agua en los pozos 1, 2 y 3 ubicados en la Intercuenca 13939, además de la quebrada Bocapán (QBoca1A) están asociados al contexto geológico regional determinado por Palacios (1994); el cual está conformado principalmente por las Formaciones Cardalitos, Máncora, Talara y Tumbes de composición litológica de conglomerados cuarzosos, lutitas grises a negras bituminosas muy laminadas, areniscas cuarzosa de grano grueso a medio y lutitas bentónicas, mapa en el Anexo 2.

Estas formaciones presentan en composición mineralógica areniscas calcáreas (calcita y cuarzo), lutitas bituminosas y bentónicas (caolinita, clorita, montmorillonita, moscovita, illita, cuarzo, feldespatos, óxidos de hierro, bentonitas, piritas y otros). Además, en la Intercuenca 13939 y quebrada Bocapán se registró depósitos evaporíticos⁴¹ con minerales: halita, silvita, yeso, anhidrita, fluorita, minerales de boro, y otros (Díaz *et al.*, 2011).

Asimismo, la presencia de cloruros, fluoruros, sulfatos, calcio y sodio en los pozos artesanales de El Charán están relacionados a los depósitos evaporíticos, los cuales subyacen a la Formación Cardalitos compuesta por areniscas, conglomerados, lutitas abigarradas, lodolitas y arcillitas marrón oscuras. A diferencia de los pozos artesanales, los pozos de perforación están cortando formaciones litológicas antes mencionadas, que por la alta presión y temperatura⁴² de las aguas subterráneas disuelven las rocas cajas transportando en disolución los elementos presentes. Es por esto las altas concentraciones de cloruros, sodio, manganeso, hierro y boro en el pasivo «El Tubo».

⁴⁰ Los resultados del agua de producción de los pozos exploratorios están en el Informe Técnico Sustentatorio (ITS): Mejora Ambiental para el aprovechamiento de Energía durante la Prueba Extendida de Pozos, en el Lote XXIII – Región Tumbes, aprobado mediante Resolución Directoral N.º 103-2018-SENACE-JEF/DEAR.

⁴¹ Los minerales estrictamente evaporíticos son comparativamente pocos e incluyen un número muy limitado de aniones y cationes característicos del ciclo geoquímico menor. Esto es particularmente válido para aquellas especies que precipitan en los ambientes marinos, donde destacan los sulfatos, cloruros y carbonatos, que portan sodio, potasio, calcio y magnesio como cationes dominantes (Pueyo, 1991).

⁴² La temperatura favorece los factores fisicoquímicos como la corrosión, disolución y disminuye la viscosidad de las sales (Romero *et al.*, 2003).



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

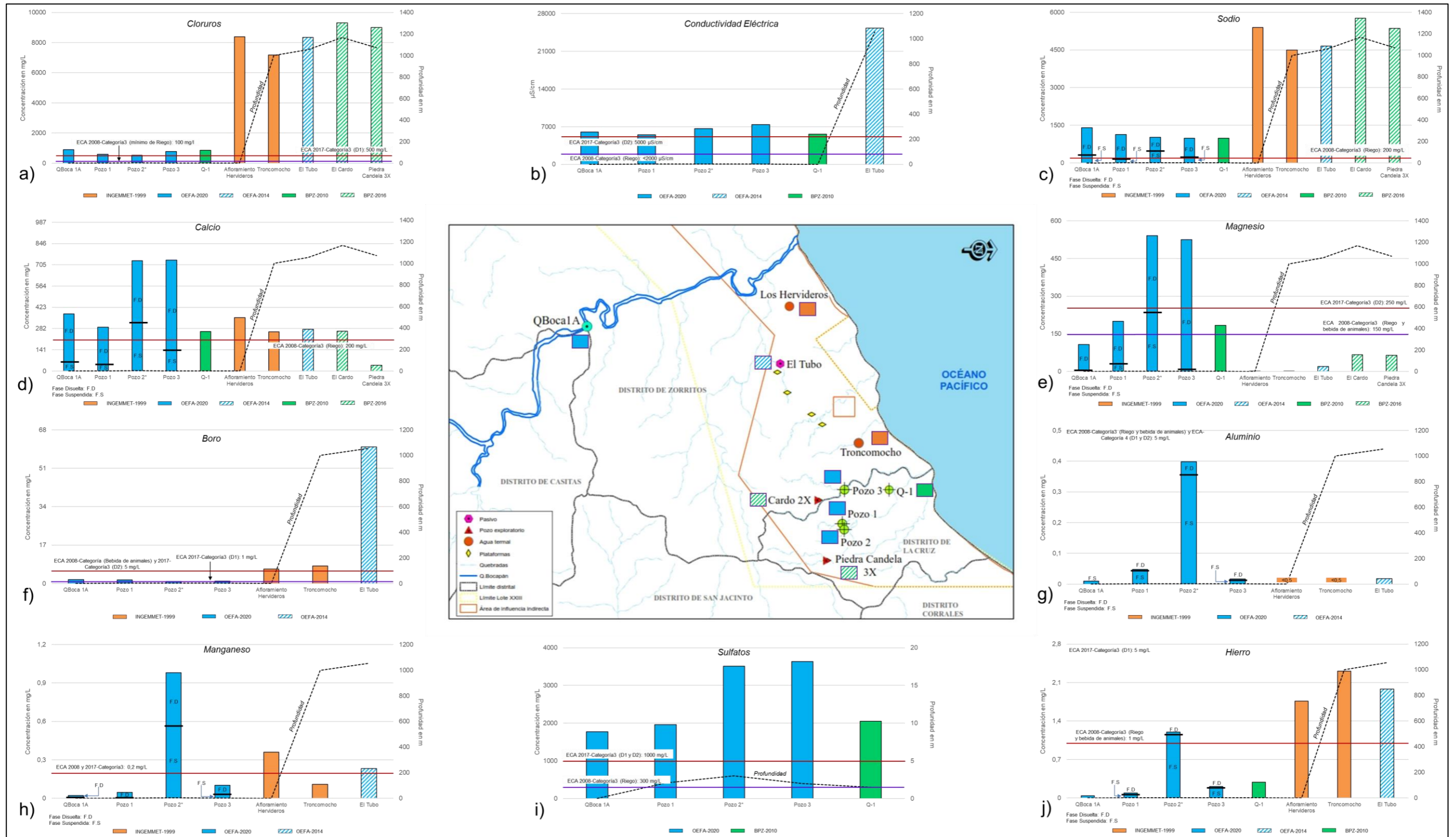


Figura 8.6. Concentración en la quebrada Bocapán – QBoca1A, los pozos artesanales de El Charán, aguas termales de Los Hervideros, afloramiento de los pozos abandonados Troncomoch y El Tubo, y aguas de producción de los pozos exploratorios El Cardo y Piedra Candela 3X de los parámetros a) cloruros, b) conductividad eléctrica, c) sodio, d) calcio, e) magnesio, f) boro, g) aluminio, h) manganeso, i) sulfatos y j) hierro

Mientras, que la elevada concentración de aluminio (Al), hierro (Fe) y manganeso (Mn) en el Pozo 2 está relacionado a su mayor concentración de sólidos totales en suspensión (SST) que el Pozo 1 con valor menor al límite de detección (<2,0 mg/L), Pozo 3 (3,50 mg/L), Q-1 (9 mg/L) y la quebrada Bocapán (QBoca1A) con 3,0 mg/L. Dicha relación se evidencia mediante la predominancia de la forma suspendida de dichos metales en el Pozo 2 (89,7 % para Al; 95,8 % para Fe y 57,2 % para Mn) debido a que tiene contacto directo con los suelos de su entorno a diferencia de los Pozos 1 y 3 que cuentan con estructura hidráulica, tal como se observa en la Figura 8.7.



Figura 8.7. Pozos artesanales de El Charán en a) Pozo 1, b) Pozo 3 y c) Pozo 2

Cabe resaltar que el aluminio y el hierro son elementos mayoritarios en los suelos, mientras que el manganeso se encuentra en altas concentraciones dependiendo del tipo de suelo. De otro lado, dicho contacto directo del agua del Pozo 2 con los suelos también influye en los porcentajes de suspendidos en calcio y magnesio que son mayores a los otros pozos artesanales, donde también dichos metales son mayoritarios en los suelos.

Las altas concentraciones de aluminio, hierro, y manganeso en el Pozo 2, que no cuenta con estructura hidráulica, están relacionados a los sólidos totales en suspensión debido que el agua estancada del pozo se encuentra en contacto directo con los suelos de su entorno, el cual además incrementa los porcentajes de la forma suspendida de otros metales como el calcio y magnesio.

Cabe señalar, que el material sólido de minerales del suelo (óxidos, hidróxidos, silicatos, carbonatos y otros) contienen elementos con mayor abundancia en la corteza continental como silicio, aluminio, calcio, hierro, magnesio, manganeso, entre otros (Rudnick, 1995), los cuales puedan disolverse o estar en forma suspendida en el agua.

Con respecto al punto de muestreo en la quebrada Bocapán evaluado cerca a la desembocadura al océano Pacífico (QBoca3), sus concentraciones de los iones mayoritarios (cloruros, sodio) están relacionadas con la interacción con el agua de mar de Tumbes relacionado a las características físicas del océano.

La Figura 8.8c muestra que la concentración de sodio y cloruros es mayor en marzo 2020 (Figura 8.8a) que julio 2008 (Figura 8.8b). De acuerdo con los resultados físicos (temperatura y altura de la ola) del océano Pacífico en el «spot Máncora» desde enero del 2009 al agosto del 2020, en las temporadas de verano (marzo), la temperatura superficial (Figura 8.8d) y la altura de la ola del mar (Figura 8.8e) es mayor y menor respectivamente que en las temporadas de invierno (julio), similar a lo que ocurre en el spot «Punta Capones» ubicado en la frontera de Perú y Ecuador indicado en el Anexo 9 (Figuras complementarias).

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

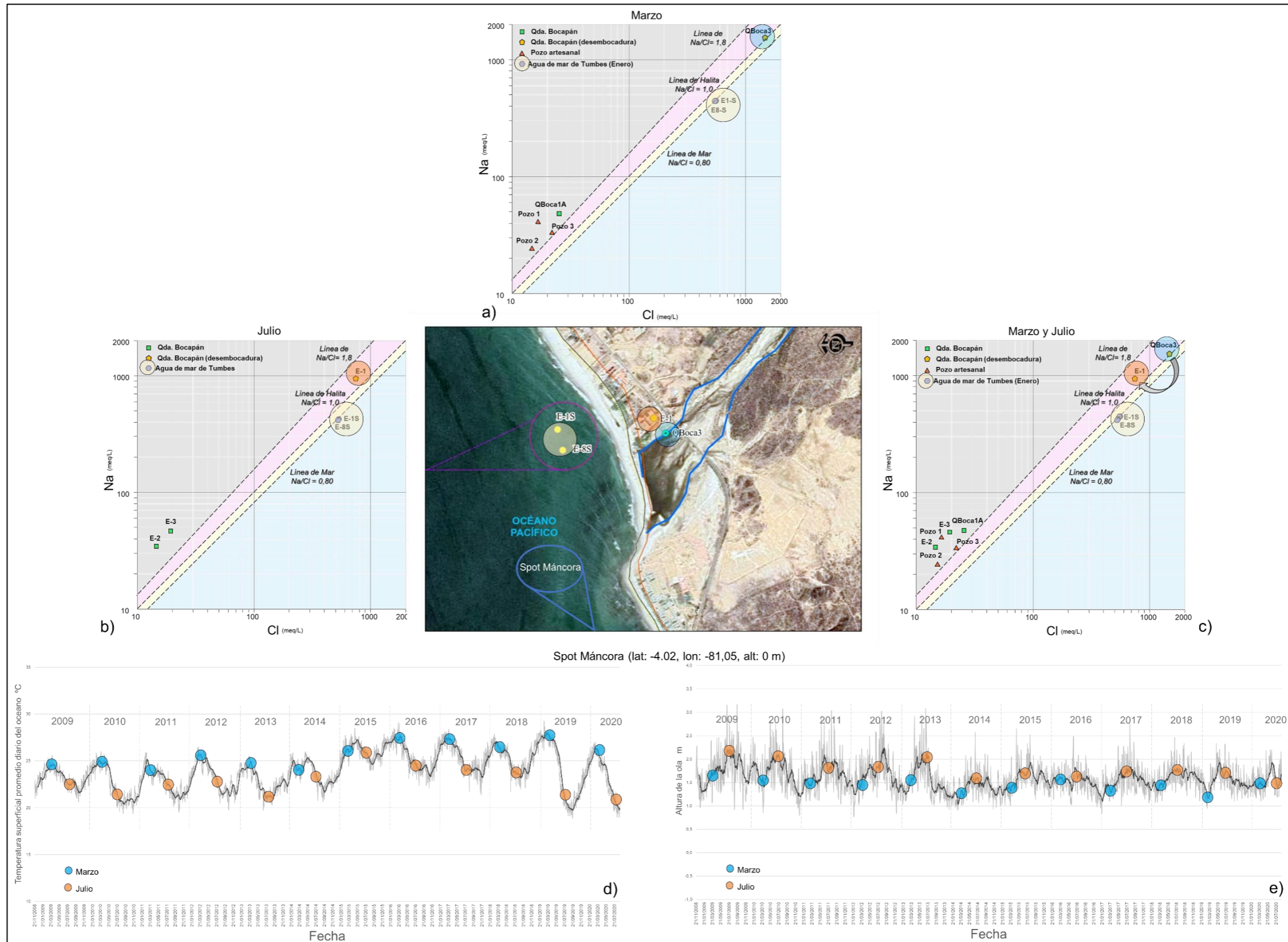


Figura 8.8. Gráficas de relación iónica de Cl v Na en a) marzo, b) julio y c) marzo y julio de la quebrada Bocapán, pozos artesanales de El Charán y el agua de mar de Tumbes e información histórica del 2009 al 2020 del spot Mancora (agua de mar) de d) temperatura superficial promedio diario y e) altura de la ola

Este comportamiento del agua de mar establece que las concentraciones de los iones principales relacionados a la salinidad (sodio y cloruros) se incrementan en la desembocadura de la quebrada Bocapan en verano⁴³ debido a que hay mayor evaporación del agua en ambientes de mayor temperatura (en marzo se tuvo un máximo de 31,7 ° C y en julio un máximo de 27,8 ° C)⁴⁴; y menor cantidad de agua de mar de menor salinidad (19 549 mg/L de cloruros) que pueda mezclarse con el agua de la desembocadura a causa de la menor altura de la ola. La dinámica de estos factores físicos en la desembocadura de la quebrada Bocapán y agua de mar de Tumbes se visualiza en la Figura 8.9.



Figura 8.9. Vista panorámica de la desembocadura de la quebrada Bocapan al mar de Tumbes
Fuente: Colan (2019)

Esta dinámica del incremento de salinidad también se apreció en la albufera Punta Balcones (humedal costero del distrito de La Brea, provincia Talara, región Piura) evaluado por OEFA, 2019. Esta albufera registró mayor salinidad en temporada cercana al verano en noviembre (salinidad $\geq 55,5$ PSU o $CE \geq 76800$ $\mu\text{S}/\text{cm}$) que en temporada de invierno en junio-julio del 2018 (salinidad $\geq 38,6$ PSU o $CE \geq 55600$ $\mu\text{S}/\text{cm}$), Figura 8.10.

Este cambio se debe a que el límite de la albufera con el mar es una área de depresión que se inunda periódicamente con el agua debido a las mareas.

⁴³ Cabe señalar que en la temporada de invierno (julio de 2008) las concentraciones de cloruros disminuyeron a 27070 mg/L con respecto al verano (52 078 mg/L), por lo que el agua de la desembocadura es clasificada como salmueras o hipersalinas ($> 20\,000$ mg/L de cloruros) de acuerdo con la clasificación de Stuyfzand (1993).

⁴⁴ Información de la temperatura promedio determinado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=tumbes&p=pronostico-detalle> (consultado el 30 de agosto de 2020).

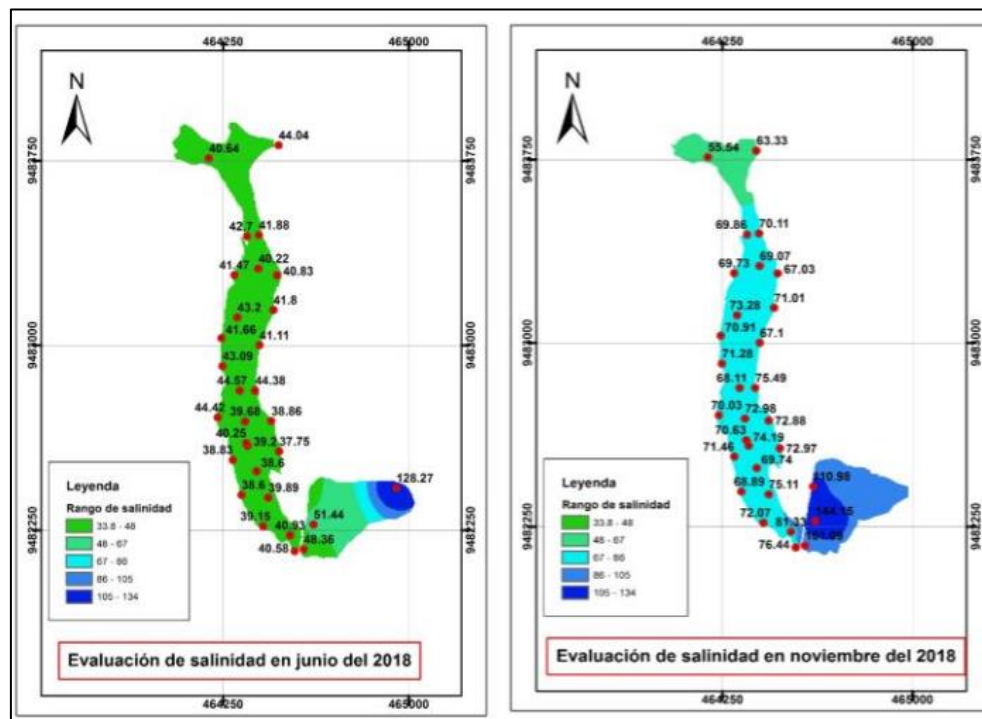


Figura 8.10. Variación temporal de la salinidad en la albufera Punta Balcones
Fuente: Oefa (2019)

Las concentraciones de arsénico y níquel total en QBoca3 (0,05641 mg/L y 0,0135 mg/L respectivamente) superaron los ECA para Agua 2017 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático para estuarios. Estas concentraciones fueron mayores que en el otro punto de muestreo de la quebrada Bocapán (QBoca1A) con 0,0720 mg/L para arsénico y 0,0032 mg/L para níquel, y los puntos de agua superficial del mar de Tumbes referencial E-1S y E-8S, los cuales registraron valores menores al límite de detección indicados en el Anexo 10 (Base de datos complementario).

Estas mayores concentraciones de arsénico y níquel en QBoca3 están relacionados con la concentración de sólidos totales en suspensión (136 mg/L), el cual fue mayor que las concentraciones de QBoca1A con 3 mg/L y los puntos de agua de mar de Tumbes referencial E-1S y E-8S con 17,9 mg/L y 12,8 mg/L respectivamente, que registraron concentraciones por debajo del límite de detección de los citados metales.

El origen de la mayor concentración de los sólidos suspendidos en el agua se debe al contacto de los sólidos de las riberas, tal como muestra la Figura 8.11, por la falta de recarga de la quebrada Bocapán por las precipitaciones y por ende el bajo nivel del agua, a diferencia de febrero de 2019 (Figura 8.9), en donde se visualiza una mayor cantidad de agua, debido las anomalía positiva mensual⁴⁵ de precipitación (Senahmi, 2019), con lluvias principalmente en la naciente de la cuenca Bocapán en el ámbito del Parque Nacional Cerros de Amotape.

Esta condición hidrológica de la quebrada Bocapán se debe a que en la temporada de verano del 2020 (enero a marzo), se reportaron anomalías negativas o deficiencia de las lluvias en el norte del Perú, tal como indica el Anexo 9 (Figuras Complementarias) de acuerdo con el informe técnico del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú (Castro, 2020).

⁴⁵ La anomalía es el porcentaje calculado a partir de la diferencia entre la precipitación acumulada mensual y la precipitación climática promedio de 1981 a 2010 del mismo mes. Adaptado de: http://idesep.senamhi.gob.pe/portalesidesep/idesep_tema_monitoreo_precipitacion.jsp.

Cabe resaltar que, durante los meses de verano 2020, la deficiencia de lluvia no fue suficiente para alcanzar la condición normal (Cenepred, 2020).

La quebrada Bocapán de acuerdo a la actual normativa: Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA⁴⁶. «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales», la quebrada está clasificada con la categoría 3: «Riego de vegetales y bebida de animales» en su mayor longitud (62,76 km) en la parte baja donde está el área de estudio. Sin embargo, de la evaluación realizada en la desembocadura de la cuenca Bocapán (RBoca1) debido a que sus características fisicoquímicas (alta salinidad) está relacionado a los estuarios (ecosistemas costeros y marinos), debería ser considerado como Categoría 4: Ecosistemas costeros y marinos - Estuarios (E3).



Figura 8.11. Desembocadura de la quebrada Bocapán en marzo del 2020

8.2. Comunidades hidrobiológicas

Las estaciones QBoca1A y QBoca3 difieren en el tipo de cuerpo de agua, la estación QBoca1A se ubica a 51 m s.n.m en la quebrada Bocapán, mientras que la estación QBoca3 se ubica a 3 m s.n.m cerca a la desembocadura al océano. Esta ubicación les confiere características diferentes, las cuales se reflejan en sus comunidades hidrobiológicas. La estación QBoca3 tuvo registros de conductividad eléctrica propia de un agua salobre (120300 $\mu\text{S}/\text{cm}$) a diferencia de la estación QBoca1A que tuvo 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las diferencias a nivel de riqueza en la comunidad de perifiton no fueron muy diferentes; sin embargo, la disimilaridad de Bray Curtis entre ellas fue de 0,925 mostrando una composición y abundancia de especies diferentes. La estación QBoca3 mostró coloración verdosa en el agua, cuya identificación mostró la presencia de *Pedinomonas* sp., *Scherffelia incisa* (Nygaard) Massjuk & Lilitsk y *Chroococcus turgidus*.

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos mostró una riqueza, abundancia y composición de especies diferentes con una disimilaridad de Bray Curtis de 1. De las 2

⁴⁶ Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA que aprueba la «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales». Aprobada el 13 de febrero de 2018.

especies registradas en QBoca3, *Trichocorixa* sp. fue la dominante, siendo algunas de estas especies propias de aguas salobres (Dominguez & Fernández, 2009), como se puede apreciar en la Figura 8.11.

En el estudio anterior realizado por el administrado⁴⁷ se colectó plancton en vez de perifiton, donde algunos géneros muy comunes fueron encontrados como *Nitzschia* sp. y *Navicula* sp. Con respecto a macroinvertebrados bentónicos, el administrado reportó algunos grupos con adaptaciones a condiciones de salinidad, en especial en el punto cercano a la estación QBoca3, como la familia Chironomidae.

Aunque no se indica la conductividad eléctrica en el estudio del administrado en dicho punto, se presupone condiciones similares a la encontrada en QBoca3. Por otro lado, el punto ubicado aguas más arriba de la quebrada Bocapán fue realizado en un canal de regadío mostrando algunas familias similares con lo registrado en el punto QBoca1A de este estudio: Hebridae y Chironomidae. Se menciona, además, la presencia de la especie *Palmacorixa*; sin embargo, esta especie no fue encontrada en la guía de «Macroinvertebrados bentónicos Sudamericanos: Sistemática y Biología», por lo que se intuye que la identificación fue incorrecta, posiblemente debido al limitado acceso a claves taxonómicas para la región neotropical en esa época.

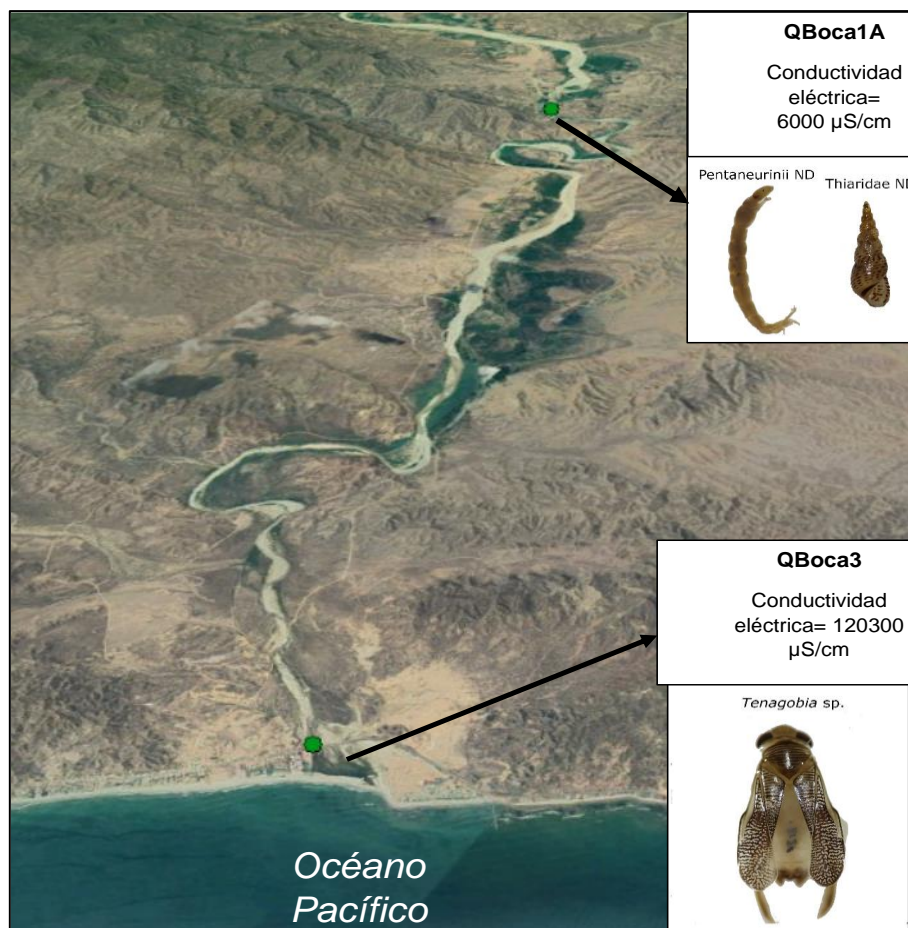


Figura 8.12. Esquema de la especies en los puntos de comunidades hidrobiológicas

⁴⁷ Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto de perforación de pozos en el Lote XXIII Región Tumbes, aprobado mediante Resolución Directora N.º 156-2010-MEM/AE.

8.3. Flora silvestre

Los resultados de la evaluación de flora silvestre (Anexo 7: Reporte de resultados N.º RRE-009-2020-STEC), permite tener una aproximación de las especies que se desarrollan en los bosques estacionalmente secos BTES «prístinos» entorno a las 4 plataformas y zonas blanco, dentro del área de estudio en la cuenca Bocapán e intercuenca 13939 (Figura. 8.12 y 8.13).

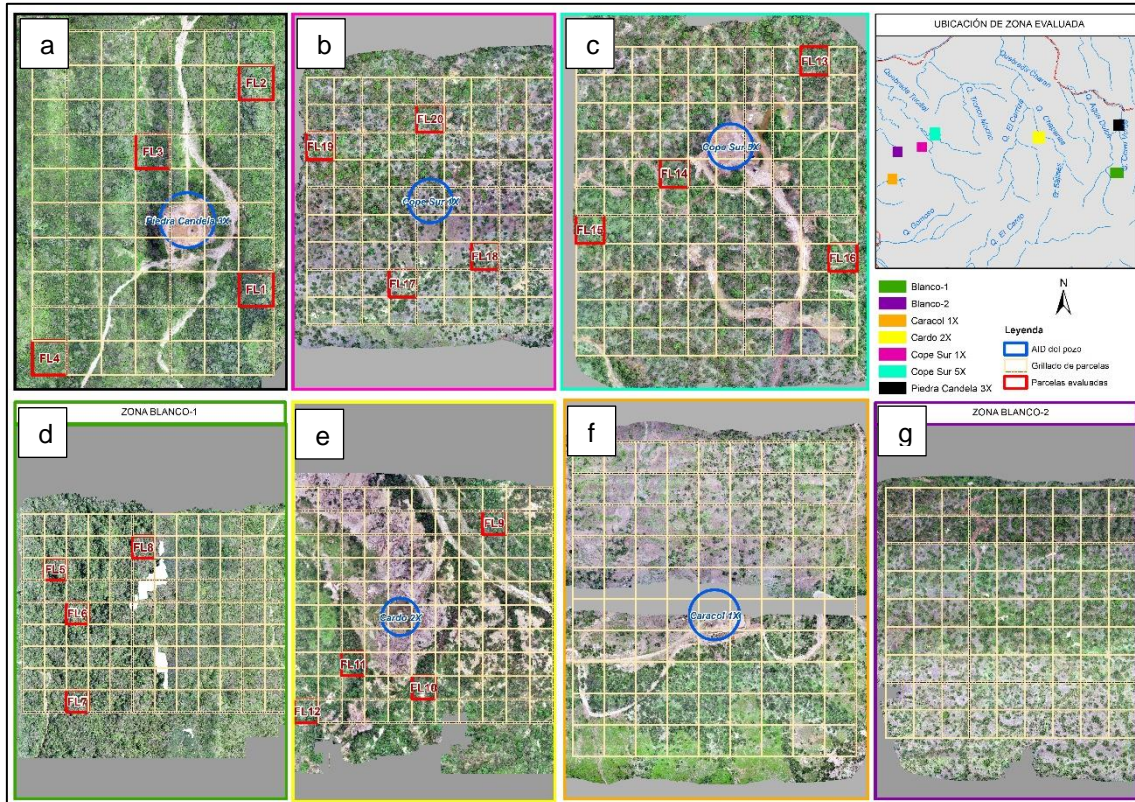


Figura 8.13. Zonas de evaluación (unidades de vegetación) en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939. **a.** y **d.** Bosque seco semi denso de colinas, **b.**, **f.** y **g.** Bosque seco muy ralo de colinas, **c.** y **e.** Bosque seco ralo de colinas

En base al registro de 3061 individuos arbóreos, todas correspondientes a la evaluación mediante parcelas permanentes en 4 plataformas y la zona blanco (Anexo 7) se registraron 18 especies, 14 géneros y 9 familias. Siendo las especies representativas: *Prosopis pallida*, *Acacia macracantha*, *Caesalpinia paipai*, *Mimosa acantholoba*, *Mimosa albida* y *Parkinsonia aculeata*, todas ellas pertenecientes a la familia Fabaceae, *Cordia lutea* (Boraginaceae), *Bursera graveolens* (Burseraceae), *Loxopterygium huasango* (Anacardiaceae) y *Eriotheca ruizii*. Asimismo, mediante la evaluación cualitativa de otros hábitos, se registró 19 especies de flora de hábito herbáceo y 2 lianas, de las cuales una especie está considerada como Casi Amenazada «NT» por el Decreto Supremo N.º 043-2006-AG y otra considerada como Endémica según el Libro Rojo de plantas endémicas de Perú.

Esta información coincide con la mayoría de los estudios en parcelas realizadas por diferentes investigadores en bosques secos (Figura 8.14), entre ellos el estudio de «Los bosques secos de la reserva de biósfera del Noroeste de Perú»: Leal-Pinedo y Linares (2005), donde se publican los resultados de 16 inventarios forestales, coincidiendo los patrones de estructura y diversidad, debido de la heterogeneidad de los patrones ambientales locales, en especial la disponibilidad de agua. Sin embargo, también es

importante hacer mención, la influencia de la actividad ganadera en la regeneración y dinámica de los mismos, tal como refieren Leal-Pinedo & Linares.

De igual manera, las mencionadas especies coincidieron con los tipos de vegetación descritos por Augusto Weberbauer publicados desde 1922 - 1945 en el norte de Perú, principalmente en el departamento de Tumbes y Piura. Del mismo modo, en Lambayeque (Reserva Ecológica Chaparri), Linares-Palomino & Ponce-Alvarez (2009) categorizan a este tipo de bosque, como una versión empobrecida de los bosques estacionalmente secos, toda vez que solo reporta 24 especies; resultado similar a los registrados en el presente estudio (39 especies, de los cuales, 18 especies en parcelas permanentes y 21 especies fuera de ellas). Sin embargo, a pesar de que estos bosques secos son considerados por algunos autores, como bosques degradados, con baja diversidad biológica y estructural (Gentry, 1995), se ha demostrado que poseen alto valor biológico y ecológico (Aguirre-Mendoza *et al.*, 2006; Sanchez *et al.*, 2006).

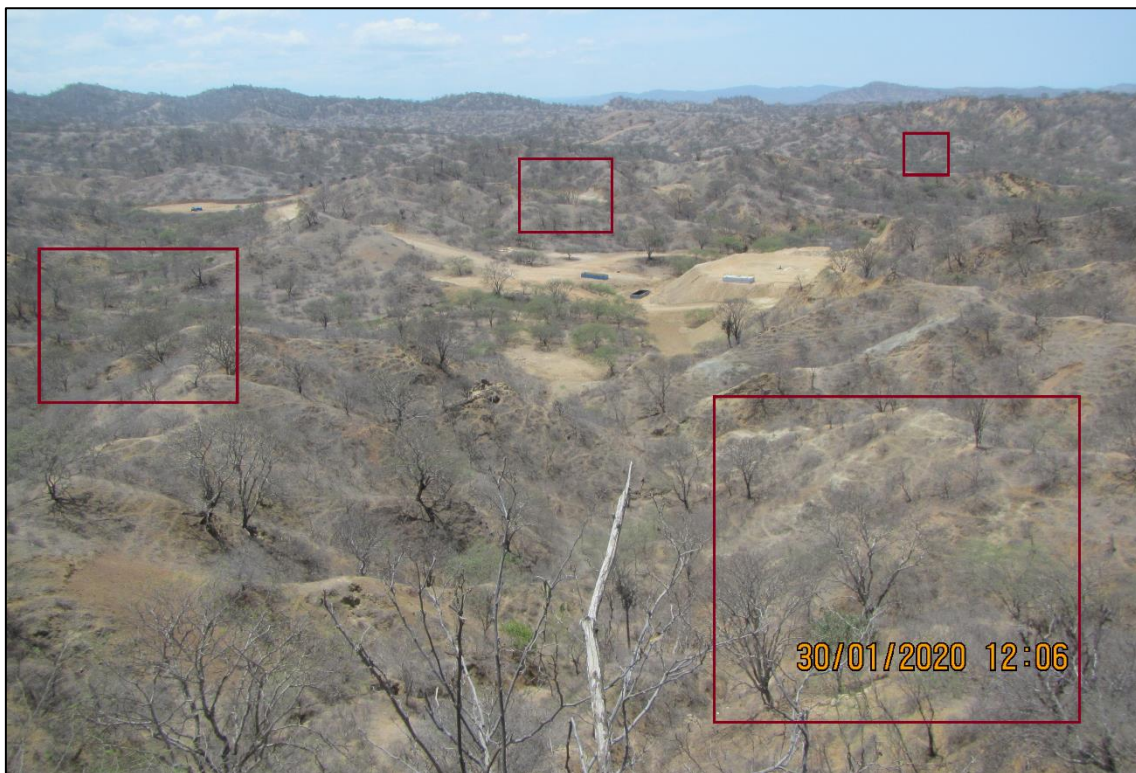


Figura 8.14. Ubicación de parcelas permanentes entorno a la plataforma Cope Sur 5X

Las especies arbóreas dominantes por su abundancia en las 20 parcelas evaluadas son similares entre ellas, como se observa en la Figura 8.15 y Anexo 7. Donde, las 5 especies que ocupan los primeros lugares son: *Cordia lutea* «overo», *Prosopis pallida* «algarrobo», *Caesalpinia paipai* «Charán negro», *Bursera graveolens* «palo santo» y *Loxopterygium huasango* «hualtaco». Además de, *Parkinsonia aculeata* «palo verde» y *Armatocereus cartwrightianus* «cardo»; considerados como especies típicas de bosques estacionalmente secos, las cuales están incluidas en diferentes estudios botánicos y ecológicos en toda la región del noroeste peruano, como los desarrollados por Ferreyra (1983), Linares-Palomino (2004b), Sagastegui (1989).

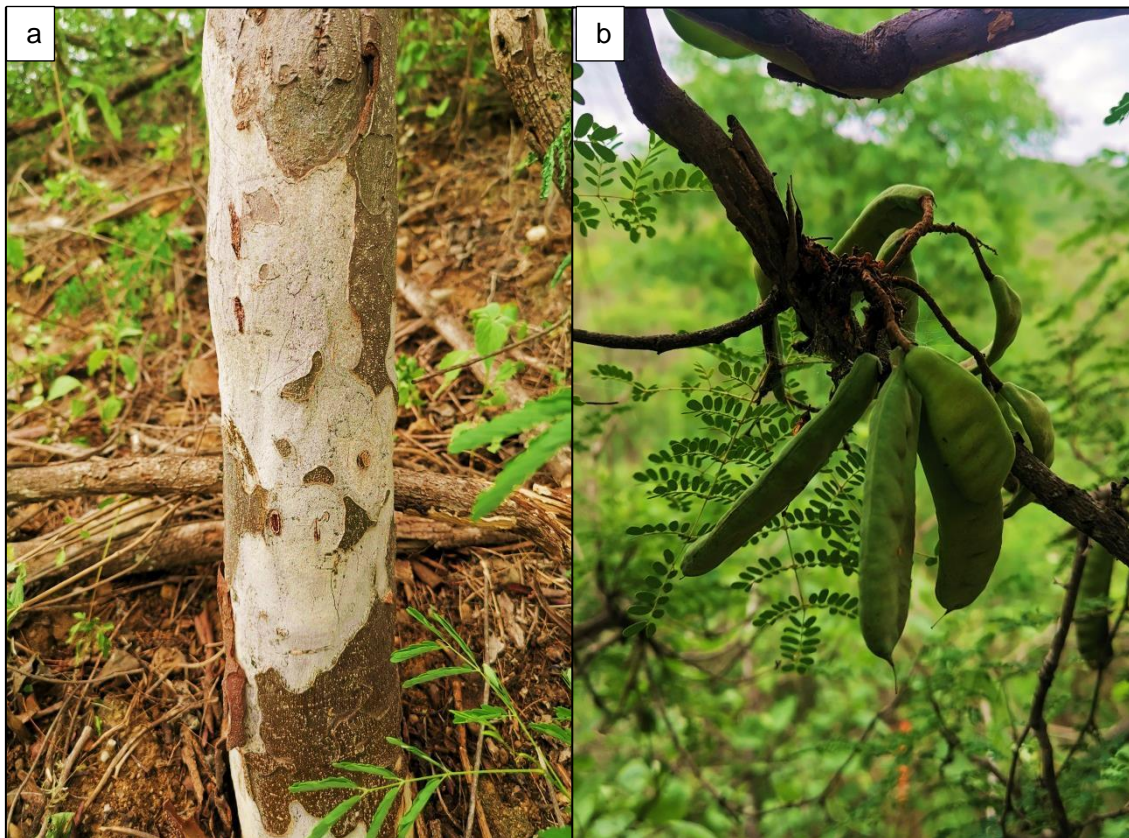


Figura 8.15. Especie típica de bosque estacionalmente seco y endémica *Caesalpinia paipai* «Charán negro»; a. fuste de árbol; b. fruto de Charán negro»

Es importante mencionar que, el análisis de los rangos intercuartílicos y los percentiles al 5 % y 95 % para las 20 parcelas, hacen referencia a la probabilidad de encontrar cierto porcentaje de especies en cualquiera de las parcelas y, por ende, en cualquiera de las plataformas. De estos análisis, se evidenció la presencia de especies como *Cordia lutea* «overo» que, está presente al menos en el 50 % de las parcelas con una abundancia de 100 individuos cada una. Asimismo, otra de las especies importantes como *Prosopis pallida* «algarrobo» que, al menos en el 50 % de las parcelas está presente con 25 individuos, seguida de las especies *Caesalpinia paipa* «Charán negro», *Bursera graveolens* «palo santo» y *Loxopterygium huasango* «hualtaco» con menores rangos de abundancia.

Asimismo, los resultados del presente estudio coinciden con las especies de árboles registrados en el ITS⁴⁸. Sin embargo, el presente estudio, amplía la cantidad de especies por plataforma. Entre ellas, la especie *Cocoloba ruiziana*, *Coccoloba densifrons* y *Mimosa acantholoba* para el Cardo 2X. Las especies *Armatocereus cartwrightianus* y *Mimosa albida* no fueron registrados para Cope Sur 1X. Del mismo modo, las especies *Parkinsonia aculeata* y *Mimosa albida* tampoco fueron tomados en cuenta en la plataforma Piedra Candela 3X.

Por otro lado, las especies registradas mediante evaluación cualitativa, como las herbáceas *Oxalis dombeyii*, *Talinum triangulare*, *Alternanthera brasiliana*, *Amaranthus anderssonii*, *Sida rhombifolia*, *Hybanthus attenuatus*, *Tribulus terrestris*, *Solanum acerifolium*, *Commelina*

⁴⁸ Informe Técnico Sustentatorio del Proyecto de Reubicación de Plataformas de Perforación de 02 Pozos Exploratorios y 19 Pozos Confirmatorios del EIA de Perforación de 36 Pozos en la Fase de Exploración (6 Exploratorios y 30 Confirmatorios), en el Lote XXIII -Tumbes.



erecta, *Kallstroemia pubescens* y Lianas como *Cucumis sativus* y *Cardiospermum grandiflorum*, también son mencionados en diferentes catálogos y reportes publicados, por ejemplo, por el Gobierno regional de Lambayeque, en Estudio de la Biodiversidad - Componente flora, Cuentas (2015), así como en los Planes Maestros del Parque Nacional Cerros de Amotape, de la Reserva Nacional de Tumbes y Reserva de Biosfera del Noroeste (2012 – 2017).

La clasificación de las coberturas mediante fotogrametría evidenció las áreas de uso de suelo entorno a las zonas plataforma y zonas blanco (área industrial, suelo descubierto, quebradas, trochas, espejo de agua, árboles, arbustos y hierbas). Donde, las áreas entorno a la zona plataforma Piedra Candela 3X y zona blanco (Blanco-1) concuerda en registrar un mayor porcentaje de cobertura arbórea (45,92 % y 61,94 %) y arbustiva (22,30 % y 15,35 %) respectivamente, relacionado a la clasificación de unidades de vegetación según Holdrige (1971) y presentado también en el ITS⁴⁹ donde son consideradas como Bosque seco semidenso de colina (Figura 8.16).

Asimismo, las zonas plataformas Cardo 2X y Cope Sur 5X consideradas como Bosques secos ralos de colina, concuerda con los porcentajes de cobertura arbórea (18,41 % y 16,70 %) y arbustiva (13,42 % y 16,52 %), donde el porcentaje de suelo descubierto (33,89 % y 31,17 %) y hierbas «estacionales» (30,17 % y 27,83 %), son predominantes. Del mismo modo, para la zona plataforma Cope Sur 1X el suelo descubierto registró 48,91 % y hierbas «estacionales» 25,20 % consideradas como Bosque seco muy ralo de colinas. Sin embargo, es importante mencionar que la clasificación que le da el mapa de cobertura vegetal del Minam (2015) no concuerda a lo evaluado in situ debido principalmente a la escala de trabajo, ya que el Mapa de cobertura vegetal del Minam fue trabajada a una escala de 1:100000 y la escala de trabajo en la presente evaluación fue de 1:1000 (Figura 8.16).

⁴⁹ Informe Técnico Sustentatorio del Proyecto de Reubicación de Plataformas de Perforación de 02 Pozos Exploratorios y 19 Pozos Confirmatorios del EIA de Perforación de 36 Pozos en la Fase de Exploración (6 Exploratorios y 30 Confirmatorios), en el Lote XXIII -Tumbes.-



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Universalización de la Salud

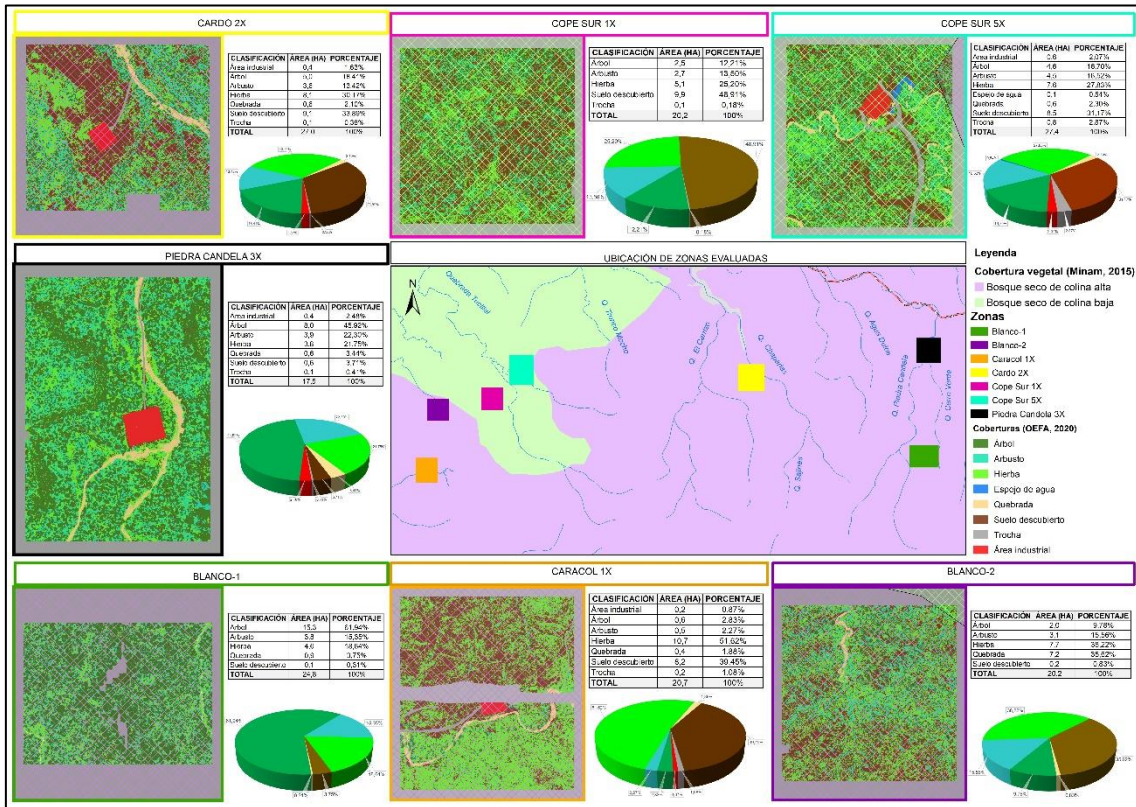


Figura 8.16. Esquema de la clasificación de coberturas y análisis de fotogrametría en las 7 zonas (5 plataformas y 2 blancos).

Con relación a la distribución diamétrica «estructura horizontal» de las especies en las parcelas de cada plataforma, y las parcelas evaluadas en zona blanco (Figura 7.34) mostraron una tendencia de la curva, reflejando la forma típica de «J» invertida como lo refieren Monge (1999) y Louman (2001) en bosques amazónicos. Lo que indica la presencia de gran cantidad de individuos con diámetros menores, garantizando así la regeneración natural y la dinámica normal de los fragmentos de estos ecosistemas como lo refiere Mwima & McNeillage (2003). Sin embargo, las parcelas evaluadas en los bosques secos muy malos mostraron tendencias diferentes a la «J» invertida, una tendencia más horizontal, evidenciando así, procesos que caracterizan este tipo de bosques, sin llegar a ser catalogadas equivocadamente como degradadas.



Figura 8.17. Diámetros y alturas de las especies arbóreas en el Lote XXIII

Asimismo, la estructura vertical (clase de alturas) en las 20 parcelas evaluadas mostraron el mismo patrón y, estaría de acuerdo con lo manifestado por Valerio (1997) quien distribuye o clasifica los árboles según la altura de sus especies, reflejando así en su perfil vertical la clasificación de 3 estratos; alto, medio y bajo (emergentes, de dosel y sotobosque respectivamente); donde es típico referir que, la presencia de mayor cantidad de individuos presentes en el estrato medio (Monzón, 2011) hace referencia a bosques naturales intervenidos, lo cual es completamente falso para los bosques estacionalmente secos, ya que esta característica, es típica de su dinámica natural. No obstante, ciertos fragmentos presentaron incremento de la regeneración natural en sus clases de altura baja, mostrando así la extraordinaria resiliencia de los bosques estacionalmente secos.

Las especies ecológicamente más importantes evaluadas en las 20 parcelas está liderada por *Cordia lutea* «overo» y *Prosopis pallida* «algarrobo» por más de la tercera parte de todas las plataformas, excepto las parcelas en zona blanco (Blanco-1), que mantiene proporciones graduales para cada especie, disminuyendo gradualmente desde 70 % para *Cordia lutea* seguida de *P. pallida* 60 % y menores porcentajes en las demás especies (More, 2002). Asimismo, el predominio de estas especies estaría relacionada a la mayor absorción de nutrientes, tal como refiere Monzón (2011) evidenciando la mayor ventaja competitiva frente a las que poseen un IVI menor.

Los bosques estacionalmente secos en el norte del Perú son considerados una importante fuente de servicios ecosistémicos, por ser un ecosistema singular altamente amenazado y poco conocido. Por estas características, ha sido incluida en la lista de «zonas calientes» o hotspots del mundo, junto a otros tipos de bosque en Ecuador y Colombia. Asimismo, ya que estos bosques presentan cambios drásticos sobre la cobertura vegetal, generada por la



estacionalidad, se convierten en ecosistemas trascendentales para la elaboración de planes de monitoreo y conservación. En ese sentido, uno de los servicios ecosistémicos que proporciona los bosques secos, es el stock de biomasa y carbono en las formaciones vegetales.

Es importante mencionar que, los resultados estimados en esta evaluación son una aproximación. Ya que, de acuerdo con la diversidad y la composición florística característica de estos bosques, no se cuenta con una base de datos con las densidades exactas de cada especie de árbol en estas zonas, que en su mayoría son diferentes a los ya conocidos de la amazonía baja del sur y oriente del Perú.

Por lo tanto, la biomasa aérea acumulada en las parcelas de 0,5 ha en los bosques estacionalmente secos del área de estudio, estimado en base a la estructura diamétrica, altura y a la densidad de la madera de los árboles, alcanzó valores variables, mostrando picos altos (38,34 Mg/ha; 36,38 Mg/ha) y bajos (1,65 Mg/ha; 2,93 Mg/ha), en las parcelas FL2, FL3 y parcela FL4 y FL7 respectivamente. Asimismo, es importante mencionar que, la mayoría de los estudios relacionados con la biomasa y captura de carbono en bosques amazónicos se han experimentado en zonas de selva baja. Sin embargo, son pocos los estudios que han estimado las tasas de biomasa en los bosques estacionalmente secos.

Por tal razón, la estimación de la biomasa es importante en la actual coyuntura, por su contribución a nivel local, regional y global al mantenimiento y equilibrio en el ciclo del carbono, en ese sentido los cálculos del carbono de la biomasa aérea en el área de estudio que varía entre 38,34 Mg/ha (9,59 Mg/0,25ha) y 1,65 Mg/ha (0,41 Mg/0,25ha) permite conocer las reservas de carbono almacenadas en cada parcela (de cada plataforma) y la importancia de su conservación como un aporte a la mitigación de cambios en la cobertura vegetal, generadas por actividades propias de la exploración y explotación de recursos.

Como ya es conocido, los bosques estacionalmente secos, son ecosistemas poco diversos y uniformes, debido principalmente a las condiciones extremas de aridez. Muchas de estas especies sobreviven a la espera de la temporada de lluvias (Figura 8.18), lo que hace que la composición de estos bosques dependa de las condiciones climáticas, hidrológicas y edáficas (Block y Richter 2000). Sin embargo, lo que no tiene de diverso, lo suple con especies únicas, protegidas y endémicas. En ese sentido, la zona de estudio presenta una gran variedad de especies dentro de alguna categoría de protección y endemismo (Huber y Riina, 1997), las cuales son superiores al de otros ecosistemas definidos como más biodiversos donde, de las 18 especies de árboles registradas, 8 especies (44,44% del total), tienen alguna categoría de amenaza y protección como *Loxopterygium huasango* «hualtaco» y *Bursera graveolens* «palo santo» ambos en peligro crítico según la normativa nacional, incluida 2 especies herbáceas, por tal razón estas zonas son consideradas prioritarias de conservación (Aguilar 1994; Mostacero *et al.* 1996, Wust 2002). ya que enfrentan una significativa amenaza antrópica.

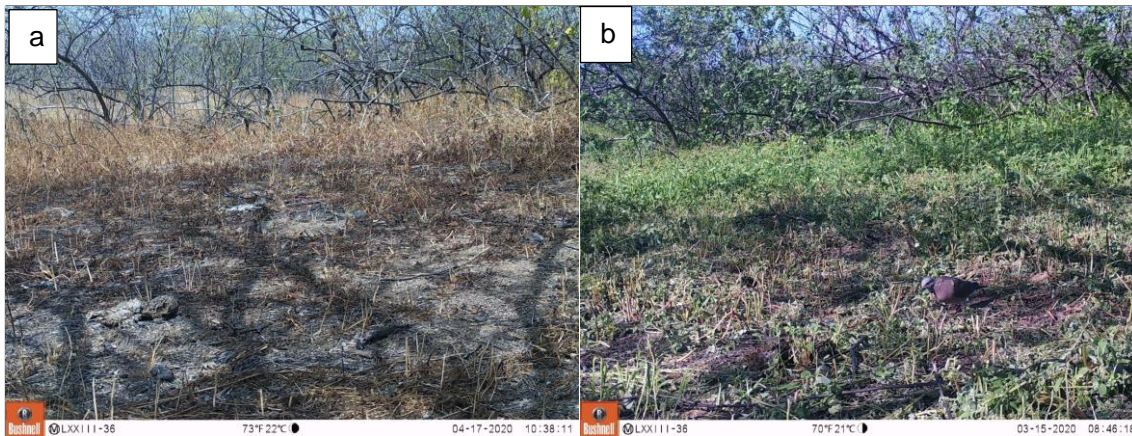


Figura 8.18. Cambios de cobertura vegetal por estacionalidad en el Lote XXIII; **a.** Temporada seca y **b.** Temporada húmeda

El análisis multivariado de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) e índice de disimilitud Bray curtis (*cluster*), evidenció claramente la distribución de las parcelas, reflejando a la plataforma que corresponde, mostrando agrupamientos bien definidos por formación vegetal. Asimismo, el ajuste de los puntos a la línea de regresión tipo monotoma registró 0,128 de estrés (Non-metric fit²=0,984 y lineal fit, R²=0,915), indicó un ajuste aceptable. Asimismo, el *cluster* (Bray Curtis) mostró el agrupamiento claro de las especies y las parcelas que contienen las especies más importantes.

8.4. Fauna silvestre

8.4.1. Anfibios y reptiles

Los bosques secos ecuatoriales son ecosistemas que presentan una elevada presión antropogénica, desde altos niveles de deforestación, por la tala indiscriminada, hasta el avance incontrolado de los asentamientos humanos (Leal-Pinedo y Linares-Palomino, 2005). No obstante, estos ecosistemas resguardan una gran diversidad de especies de flora y fauna silvestre, muchas de las cuales son endémicas de estas zonas del país (Linares-Palomino *et al.*, 2010; Stattersfield *et al.*, 1998). La herpetofauna que se desarrolla en este ecosistema es poco conocida, a pesar de su distribución restringida, lo cual podría repercutir en su estado de conservación (Venegas, 2005).

La presente evaluación estuvo enfocada en determinar los anfibios y reptiles presentes en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939 (Piedra Candela 3X, Cardo 2X, Cope Sur 1X y 5X), las cuales se encuentran en el ecosistema de bosque seco ecuatorial (BSE). Asimismo, se seleccionaron 2 zonas blanco que representen áreas similares a las plataformas, de forma que los resultados de riqueza y abundancia puedan ser comparados. En la Figura 8.19 se aprecia las zonas evaluadas y sus respectivos tipos de hábitats.

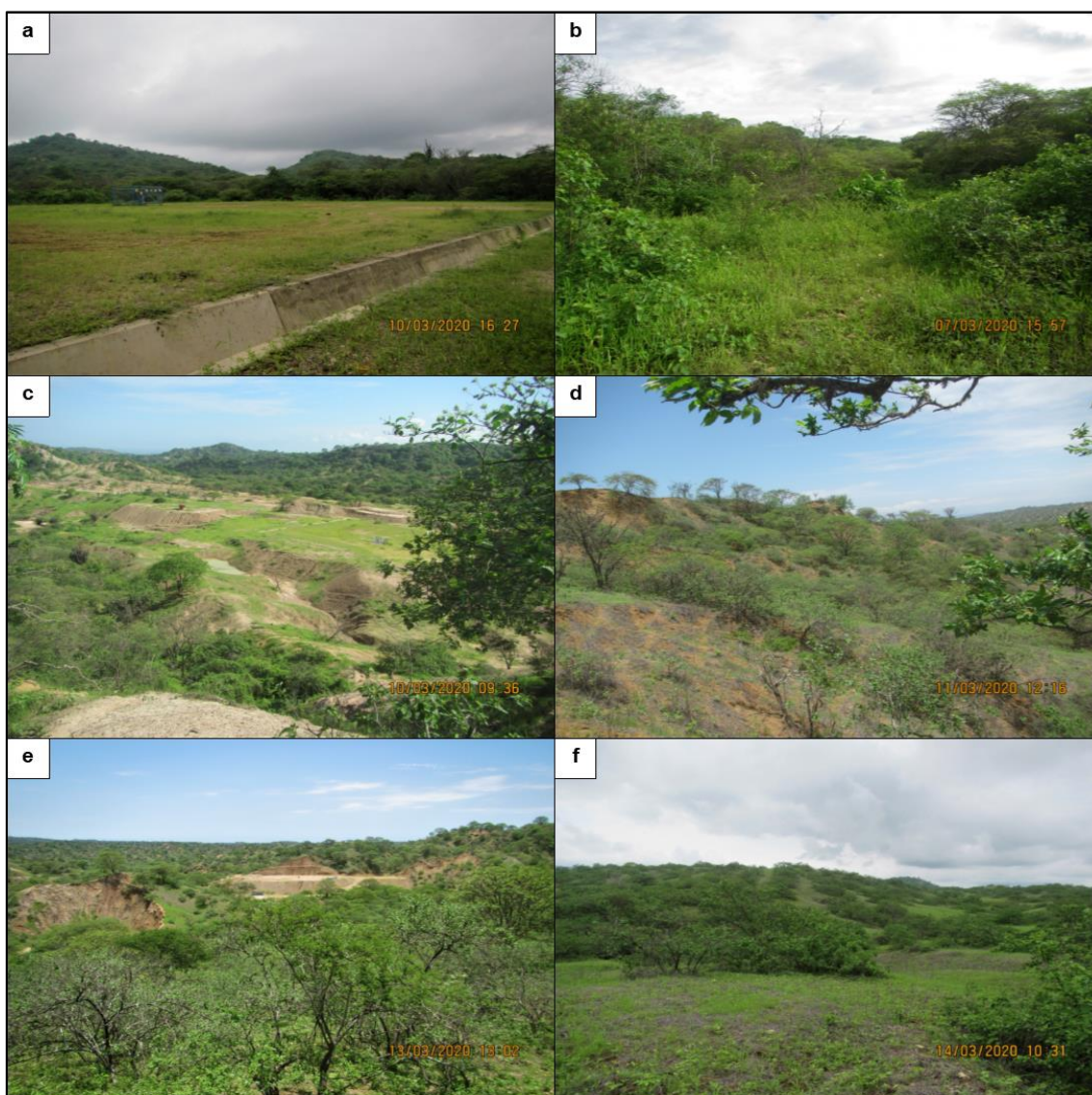


Figura 8.19. Zonas de evaluación en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939. **a.** Plataforma Piedra Candela 3X, **b.** Blanco-1, **c.** Plataforma Cardo 2X, **d.** Plataforma Cope Sur 1X, **e.** Plataforma Cope Sur 1X y **f.** Blanco-2

Como resultado de las evaluaciones, se registraron un total de 7 reptiles, siendo las especies *Microlophus occipitalis* «Capón» y *Dicrodon guttulatum* «Cañan» los más abundantes en toda el área de evaluación. Por su parte, los anfibios estuvieron presentes en las inmediaciones de las plataformas evaluadas con un total de 3 especies, siendo *Engystomops* sp. la representante con mayores valores de abundancia (Figura 8.20).



Figura 8.20. Especies de anfibios y reptiles más abundantes registrados en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939. **a.** *Engystomops* sp. **b.** *Microlophus occipitalis* «Capón» y **c.** *Dicrodon guttulatum* «Cañan»

La estacionalidad ambiental influye directamente en la riqueza y abundancia de los anfibios y reptiles, sobre todo en aquellas regiones donde existe una marcada diferencia entre la estación seca y lluviosa (García y Cabrera-Reyes, 2008). La abundante vegetación, propia de la temporada de lluvias, brinda una mayor disponibilidad de recursos (alimentación y hábitats, principalmente) lo cual contribuye al aumento de la diversidad de especies registrada en el área de evaluación.

La amplia diversidad de reptiles registrados responde a la variabilidad de hábitats que se presentan en el área de evaluación. Dados los cambios estacionales que se producen en este ecosistema, los reptiles necesitan aprovechar la elevada abundancia de recursos para cubrir sus necesidades biológicas (búsqueda de alimentos, refugio, reproducción, entre otras), lo cual se ve reflejado en la alta tasa de registros desplazándose entre los diferentes hábitats (Figura 8.20 b y c).

La lagartija *Dicrodon guttulatum* «Cañan» cumple un rol esencial en este ecosistema, al formar parte de la cadena alimenticia de las especies de aves y mamíferos registrados

durante la evaluación (Figura 8.21). La elevada tasa de abundancia de esta especie permite a los depredadores contar con una fuente de alimento constante que sustente sus actividades diarias; sobre todo en un ambiente con altas restricciones alimenticias. El registro de estos comportamientos permite entender el funcionamiento de este ecosistema particular, y la importancia de algunas especies «clave» para su mantenimiento.

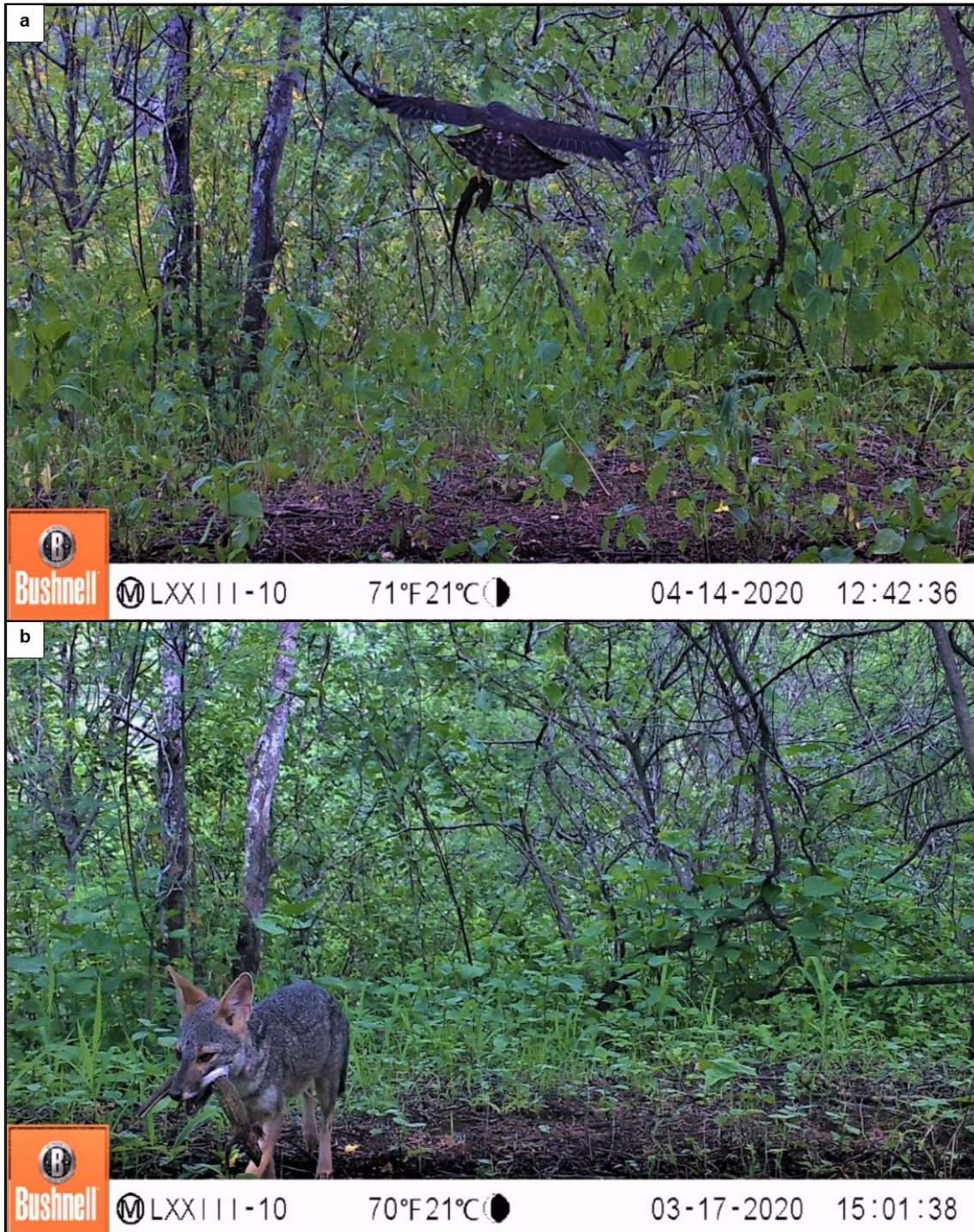


Figura 8.21. Registro de La lagartija *Dicrodon guttulatum* «Cañan» como alimento para las especies de **a.** aves y **b.** Mamíferos en el área de evaluación

Los anfibios registrados, estuvieron íntimamente relacionados con la acumulación de agua presente en las diferentes plataformas evaluadas, producto de las precipitaciones estacionales. Los cuerpos de agua permiten a los anfibios completar sus ciclos de vida de forma óptima, registrándose individuos en sus diferentes estadios de desarrollo (Figura 8.22).

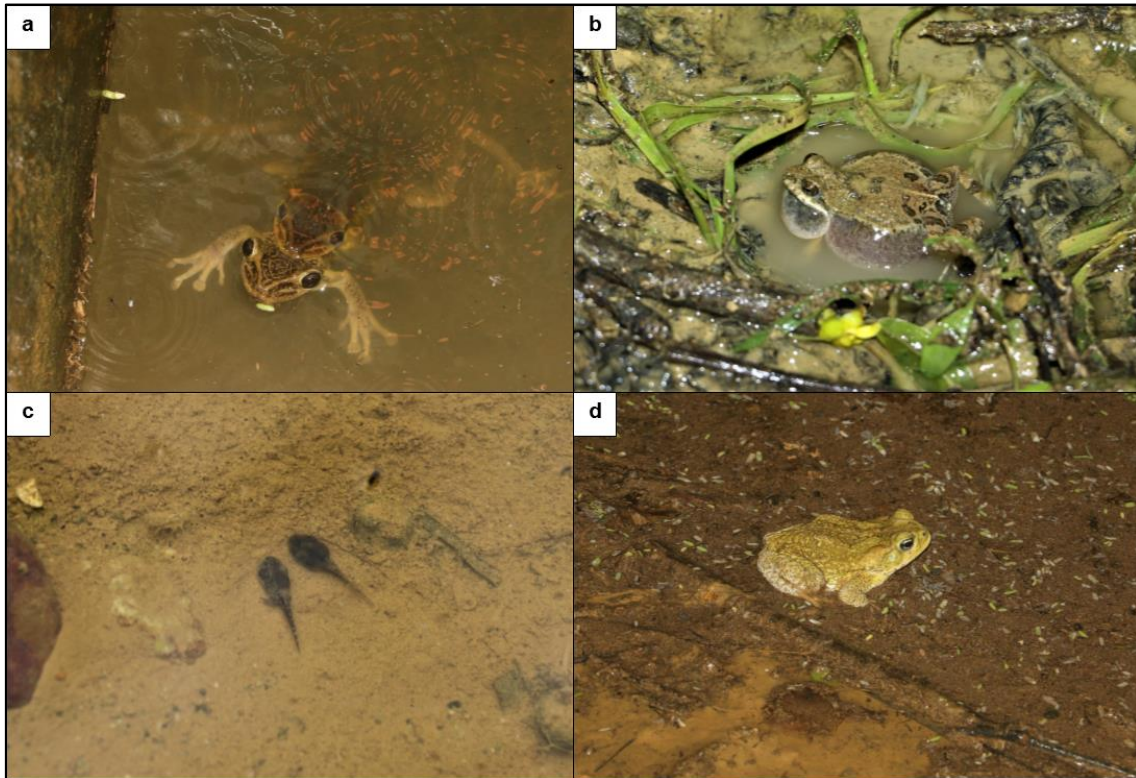


Figura 8.22. Especies de anfibios distribuidos en los diferentes cuerpos de agua presentes en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939. **a.** *Trachycephalus jordani* «Rana de casco de Jordan» **b.** *Engystomops* sp., **c.** Renacuajos de *Engystomops* sp. y **d.** *Rhinella marina* «Sapo de la caña»

Las diferencias en la cobertura de vegetación entre las plataformas de perforación Piedra Candela 3X (bosque seco semidenso de colinas), Cardo 2X, Cope Sur 5X y Cope Sur 1X (bosque seco ralo y muy ralo de colinas) y la presencia de cuerpos de agua en sus alrededores, reflejaron variaciones en la composición de las especies de anfibios y reptiles registrados durante la evaluación.

La plataforma de perforación Piedra Candela 3X presentó los mayores valores de diversidad de anfibios y reptiles (4 y 3 respectivamente), gracias a la abundante vegetación que se presenta en esta zona, propia del bosque seco semidenso de colinas. Este ecosistema brinda una gran variedad de hábitats que son utilizados por las especies de anfibios y reptiles; asimismo, provee abundantes recursos alimenticios propios de la temporada, incrementando la presencia de muchas especies en sus alrededores.

La presencia de anfibios en esta plataforma se ve favorecida por la acumulación de agua, producto de las lluvias estacionales; presentando hábitats idóneos para el desarrollo de estas especies. En ese sentido, se pudo observar comportamientos reproductivos en los anfibios registrados (Figura 8.22), evidenciando la importancia de estos cuerpos de agua para su supervivencia; cabe señalar, que debido a la marcada diferencia en las precipitaciones presentes en esta zona geográfica, las especies deben aprovechar los cortos



periodos de lluvias para completar sus ciclos de vida, de modo que permitan la supervivencia de sus poblaciones (García y Cabrera-Reyes, 2008; Leyte-Manrique *et al.*, 2016).

La zona Blanco-1, destacó por la elevada presencia de reptiles en sus inmediaciones (6 especies), los cuales estuvieron distribuidos en los diferentes hábitats del bosque seco semidenso de colinas. La extensa cobertura vegetal que se presenta en este ecosistema ofrece una amplia variedad de recursos que son aprovechados por las especies presentes; no obstante, no se registraron anfibios durante la evaluación. Por el contrario, las plataformas de perforación Cardo 2X y Cope Sur 5X evidenciaron la presencia de grandes pozas de agua estacionales en sus cercanías, las cuales permitieron el asentamiento de poblaciones de anfibios en sus diferentes estados de desarrollo.

El área donde se proyecta construir la plataforma de perforación Cope Sur 1X sobresale por la presencia de vegetación herbácea y arbustiva con zonas sin vegetación, propios del ecosistema bosque seco muy ralo de colinas, permiten el asentamiento principalmente de los reptiles, quienes encuentran en estos ambientes los recursos necesarios para sus actividades diarias. Cabe señalar que la zona Blanco-2 no pudo ser evaluada en su totalidad siendo registrados únicamente especies de reptiles.

En relación al estado de conservación, la mayoría de las especies registradas están incluidas en la categoría de Preocupación menor (LC), según la IUCN (2020); sin embargo, *Callopistes flavipunctatus* «Lagarto monitor falso» se encuentra en la categoría de Casi Amenazado (NT) por el Estado Peruano (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI), debido a la pérdida y fragmentación de sus hábitats, producto del avance de los asentamientos humanos, lo cual reduce sus poblaciones a parches aislados que podrían afectar la variabilidad genética de esta especie. Asimismo, se suma la información de los pobladores respecto al consumo de esta especie debido a su gran tamaño, ejerciendo mayor presión a sus poblaciones.

8.4.2. Aves

Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) son bosques con estaciones secas (Murphy y Lugo, 1986) de al menos 5 a 6 meses, una precipitación en temporada seca de menos de 100 mm, y con procesos ecológicos marcadamente estacionales (Linares, 2004). Esto ha conllevado a que su biodiversidad desarrolle estrategias fisiológicas y ecológicas particulares para sobrellevar las sequías (Sanchez-Azofeifa *et al.*, 2005). Las aves es uno de los grupos biológicos que se ha adaptado a estas variaciones estacionales mediante diferentes estrategias, en época de lluvias, están ampliamente distribuidas en el bosque, mientras que, en época seca limitan su distribución a los bosques riparios, en los que hay una mayor disponibilidad de agua y alimento (Linares *et al.*, 2011). La evaluación realizada entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939, corresponde un bosque estacionalmente seco, fue realizada en época de lluvia lo cual ha permitido registrar una diversidad de aves, compuesta por especies con diferentes roles dentro del ecosistema como dispersión de semillas, control biológico y polinización, los cuales debido a la estructura de la vegetación, utilizan los diferentes estratos del bosque, para aprovechar el alimento (frutos, insectos, etc.), las zonas de refugio y reproducción, lo cual ha favorecido en su adaptación a los BTES (Figura 8.23).

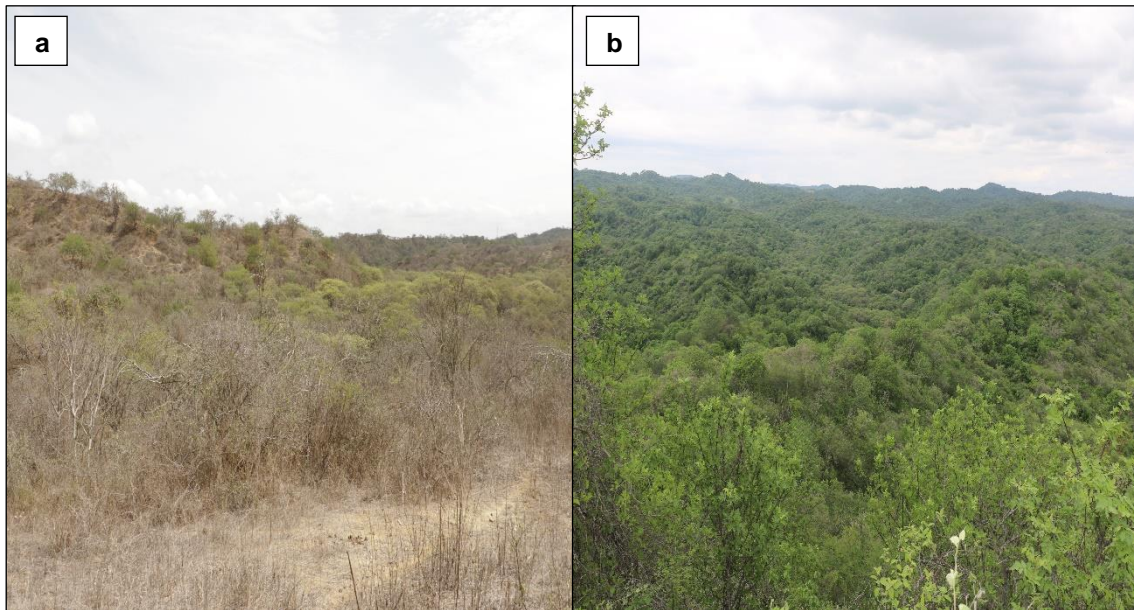


Figura 8.23. Vista panorámica del bosque tropical estacionalmente seco «BTES» entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939
a. Fotografía tomada en el mes de febrero y **b.** Fotografía tomada en el mes de marzo (época de lluvias)

La conservación de la biodiversidad de estos ecosistemas se debe dar a través del conocimiento de su composición, dinámica, evolución e interrelaciones con otros constituyentes del ecosistema (Vásquez, 1995). Para describir una comunidad biológica es necesario obtener un muestreo bastante completo (Gotelli, 2008), con la finalidad de registrar la mayor cantidad posible de especies en un sitio y de obtener datos confiables de la abundancia de cada una de ellas (Nichols *et al.*, 2008). En la presente evaluación, para aves se han utilizado 3 métodos de muestreo: búsquedas intensivas, listas fijas y redes niebla, los cuales han permitido registrar un total de 62 especies, este valor según la curva de acumulación basada en el modelo de Clench, representa el 82,71 % del total esperado (71 especies), este valor según Jiménez-Valverde y Hortal (2001), indica que el muestreo realizado es representativo y permitió obtener un inventario confiable y completo de las aves presentes, constituyendo esta información en un valioso aporte sobre el conocimiento de la diversidad de aves para la zona.

Las comunidades de aves tropicales conforman una mezcla compleja de especies con fluctuaciones temporales (Loiselle & Blake, 1992). Dichas fluctuaciones están asociadas a la estacionalidad de los bosques secos, la cual produce cambios tanto en la oferta de recursos como en la estructura de la vegetación (Gillespie, 2000). En la presente evaluación, se ha registrado 62 especies de aves en el bosque estacionalmente seco, destacando *Geranospiza caerulescens*, *Psittacara erythrogenys*, *Conothraupis speculigera*, *Piezorina cinerea*, *Thaumasius baeri*, *Sicalis taczanowskii*, *Polioptila plumbea*, *Buteo albonotatus*, entre otros, las cuales cumplen la función de regulación y conservación del ecosistema. Esta riqueza estuvo influenciada por las características del hábitat, siendo la estructura de la vegetación, cobertura vegetal y riqueza de árboles las que han favorecido la presencia de aves, las cuales encuentran en esta zona, alimento, zonas de refugio y reproducción, lo cual permite mantener y conservar a las aves que hacen uso directo de la zona (Figura 8.24).

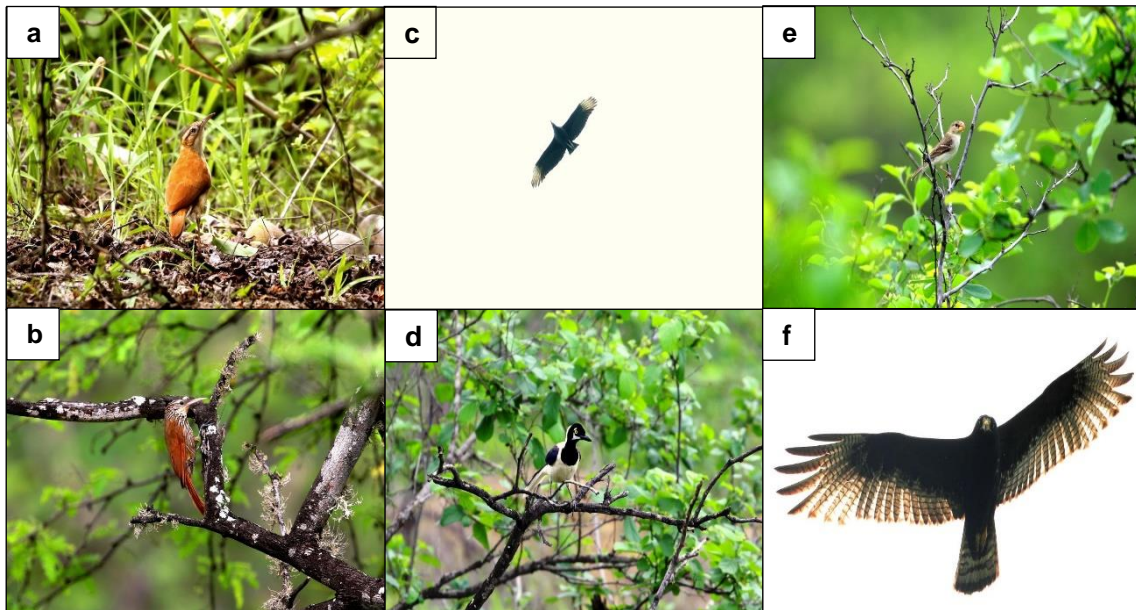


Figura 8.24. Especies registradas en el área de influencia entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

a. *Furnarius leucopus* «hornero de pata pálida», **b.** *Lepidocolaptes souleyetii* «trepador de cabeza rayada», **c.** *Coragyps atratus* «gallinazo cabeza negra», **d.** *Cyanocorax mystacalis* «urraca de cola blanca», **e.** *Sporophila peruviana* «espiguero pico de loro», **f.** *Buteo albonotatus* «aguilucho de cola fajeada»

Los bosques secos del Pacífico Ecuatorial, ubicados al suroeste de Ecuador y noroeste del Perú, forman parte de una región biogeográfica única para la diversidad de aves, conocida como región Tumbesina o centro de endemismo Tumbesino (Stattersfield *et al.*, 1998) considerada como una de las áreas de Endemismo de Aves (EBAS) más importantes y amenazadas de todas las EBAs a nivel global (Leal y Linares, 2005). El área de evaluación forma parte de la EBA045 - «Región Tumbesina», donde se han registrado 15 especies de aves propias de este EBA, *Piezorina cinerea*, *Sicalis taczanowskii*, *Myiodynastes bairdii*, *Thamnophilus bernardi*, *Cyanocorax mystacalis*, *Pseudelaenia leucospodia*, entre otras, las cuales son propias de bosque estacionalmente seco, también destacan *Thaumasius baeri*, *Psittacara erythrogenys*, *Myiarchus semirufus*, *Forpus coelestis*, las cuales son especies registradas dentro de alguna categoría de conservación. La información obtenida servirá de soporte para reforzar la importancia del bosque seco para la conservación no solo de aves, sino de las diferentes especies de flora y fauna silvestre que alberga (Figura 8.25).

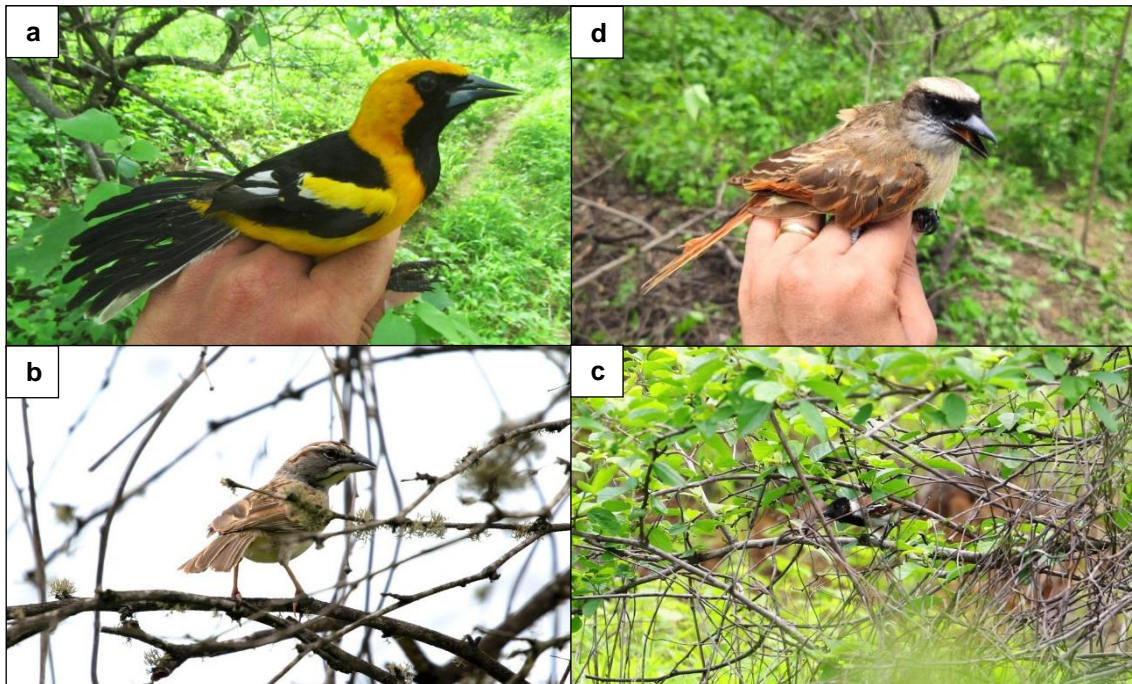


Figura 8.25. Especies de aves pertenecientes al EBA045 «Región Tumbesina registradas entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

a. *Icterus graceannae* «bolsero de filos blancos», **b.** *Rhynchospiza stolzmanni* «gorrión de Tumbes», **c.** *Thamnophilus bernardi* «batará acollarado» y **d.** *Myiodynastes bairdii* «mosquero de bairdii»

La especie más representativa registrada durante la evaluación realizada fue *Sicalis taczanowskii*. Esta especie según Schulenberg *et al.* (2010) a menudo forma grandes bandadas cuando no está en reproducción, habita principalmente en lugares áridos con vegetación baja y dispersa del bosque tropical estacionalmente seco Ecuatorial (BTESE), entre el sur de Ecuador y el norte de Perú. Esta especie fue registrada solo entorno a la plataforma Cope Sur 1X, se caracteriza por ser un área con presencia de abundantes hierbas, pequeños arbustos, y pocas especies arbóreas como *Prosopis pallida* «algarrobo», *Cordia lutea* «overal» o *Bursera graveolens* «palo santo». La especie fue registrada en una bandada de 160 individuos mientras se alimentaba, desplazándose en bloque sobre los pequeños agrupamientos «overales» de un lugar a otro, un comportamiento característico de esta especie que le permite protegerse de posibles predadores y proteger a los individuos más jóvenes de la bandada, con el objetivo de asegurar el recambio poblacional de la especie. La importancia de este registro no solo radica en la abundancia reportada, sino que su registro permite completar los vacíos de distribución de esta en el territorio peruano (Figura 8.26).



Figura 8.26. Individuo registrado de la especie *Sicalis taczanowskii* «chirigüe de garganta azufrada» entorno a la plataforma Cope Sur 1X

En el bosque seco, la composición de la vegetación y la estructura son factores importantes en la selección del hábitat para las aves (Jayapal *et al.*, 2009), estos factores determinan la conformación de las poblaciones de aves, determinando su abundancia y distribución en la zona (Ugalde *et al.*, 2012). En la evaluación realizada, la distribución de las aves varía en función a la vegetación presente en el área de influencia de las plataformas evaluadas.

En el área de influencia del Blanco-1, la composición y estructura de la vegetación, reflejada en los valores de riqueza, frecuencia y área basal registrados durante la evaluación de campo, han favorecido la presencia de 182 individuos pertenecientes a 39 especies de aves, permitiendo registrar especies a distintos estratos del bosque. En esta zona se registraron especies arbóreas que permiten la presencia de especies como *Icterus graceannae*, *Tyrannus niveigularis*, *Cyanocorax mystacalis*, *Parabuteo unicinctus* y *Contopus cinereus*, propias de dosel de bosque. En la zona también se registraron especies de arbustos y hierbas alrededor de los árboles, lo cual favorece la presencia de aves de sotobosque como *Cantorchilus superciliaris*, *Sporophila peruviana*, *Pseudelaenia leucospodia*. Asimismo, se ha registrado especies que utilizan la parte media del bosque para alimentarse o refugiarse, como *Conothraupis speculigera*, *Poospiza hispaniolensis*, *Tapera naevia*, *Thamnophilus bernardi*, *Lepidocolaptes souleyetii*, entre otras. Estos resultados indican la relación entre la estructura del bosque y la presencia de las aves las cuales hacen uso específico de los estratos de la vegetación (Figura 8.27).

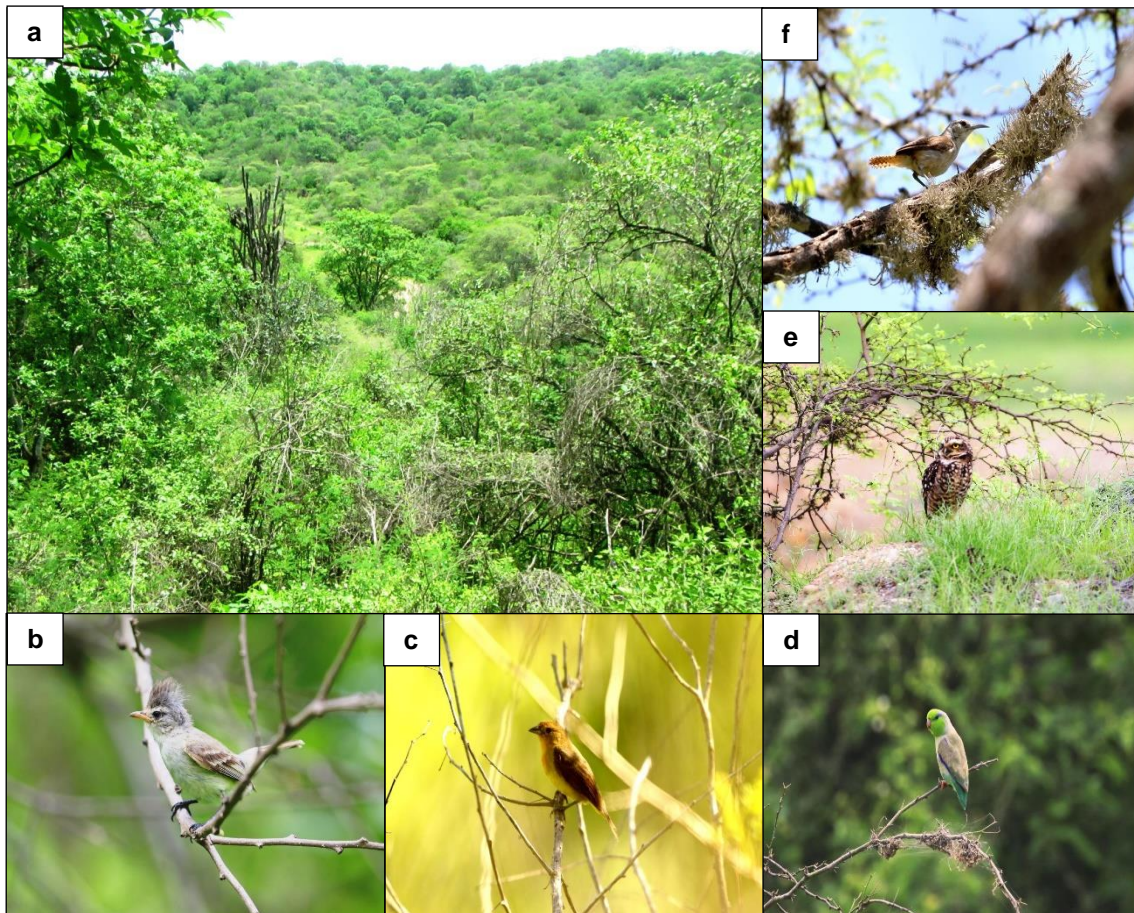


Figura 8.27. Especies registradas entorno a la zona Blanco-1 localizada en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

a. Vista panorámica del Blanco-1, **b.** *Pseudelaenia leucospodia* «moscaveta gris y blanca», **c.** *Rhodospingus cruentus* «pinzón de pecho carmesí», **d.** *Forpus coelestis* «periquito esmeralda», **e.** *Athene cunicularia* «lechuza terrestre» y **f.** *Cantorchilus superciliaris* «cucarachero con ceja»

La estructura de la comunidad de aves al ser comparada entre zonas puede presentar diferencias en el entorno y, los elementos del paisaje pueden reflejar mucha relación en cuanto a la distribución de las aves (Fahrig y Nuttle, 2005), por lo que un aumento en la avifauna en un determinado lugar puede estar relacionado con el tamaño que presenta el área de bosque y la heterogeneidad de este (Perfecto *et al.*, 2009). El entorno a la plataforma Cardo 2X, presenta similar estructura de vegetación que el Blanco-1, pero con algunas zonas desprovistas de cobertura vegetal, esta característica ha favorecido la presencia de 238 individuos pertenecientes a 37 especies, destacando las especies de sotobosque y de la parte media del bosque como *Muscivora brevicauda*, *Leistes bellicosus*, *Sporophila peruviana*, *Pyrocephalus rubinus*, *Campylorhynchus fasciatus*, *Dives waczewiczzi*, *Thamnophilus bernardi*, *Lepidocolaptes souleyetii* entre otras. Esta zona según su ubicación constituye un área de transición entre las demás plataformas, con presencia de diversos microhábitats los cuales propician recursos alimenticios variados, zonas para anidamiento y protección ante depredadores, favoreciendo a la riqueza de aves (Figura 8.28).

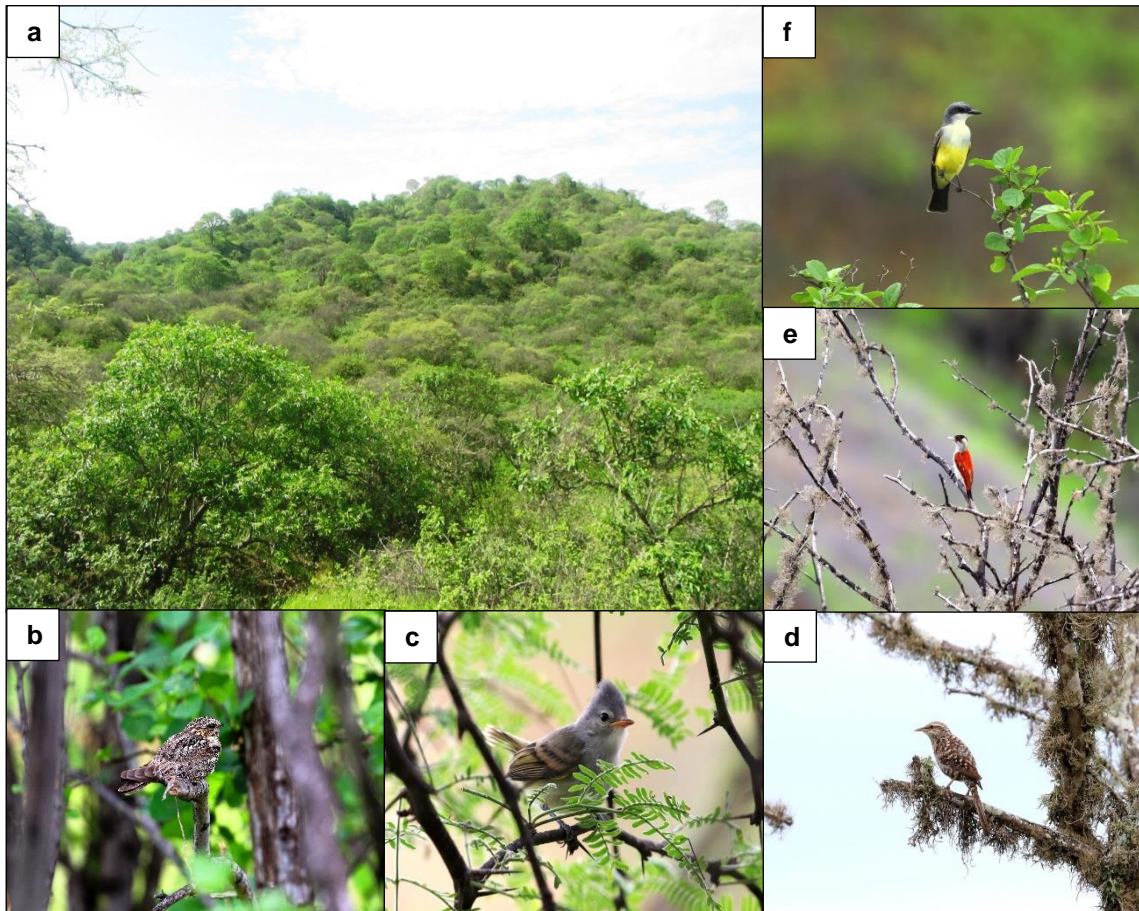


Figura 8.28. Especies registradas entorno a la plataforma Cardo 2X localizada en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

a. Vista panorámica del Cardo 2X, **b.** *Chordeiles acutipennis* «chotacabras menor», **c.** *Camptostoma obsoletum* «mosquerito silbador», **d.** *Campylorhynchus fasciatus* «cucarachero ondeado», **e.** *Dryobates callonotus* «carpintero de dorso escarlata» y **f.** *Tyrannus niveigularis* «tirano de garganta nívea»

La plataforma Cope Sur 1X se caracterizó por ser un área compuesta en su mayoría por especies arbustivas y herbáceas, con zonas sin cobertura vegetal y escasa presencia de especies arbóreas. La estructura de la vegetación de esta zona ha permitido la presencia de 393 individuos pertenecientes a 31 especies destacando *Sicalis taczanowskii*, *Leistes bellicosus*, *Mimus longicaudatus*, *Pyrocephalus rubinus*, *Sporophila peruviana*, *Myiodynastes bairdii*, *Cathartes aura*, *Coragyps atratus*, *Rhynchospiza stolzmanni*, *Zenaida meloda*, *Z. auriculata*, entre otras. A pesar de que en esta zona se ha registrado la mayor abundancia de aves, su composición de especies muestra que el mayor número de especies son propias de ambientes abiertos, con escasa vegetación, mientras que, las especies propias de áreas boscosas se han adaptado exitosamente, permitiendo incrementar la riqueza de esta zona (Figura 8.29).

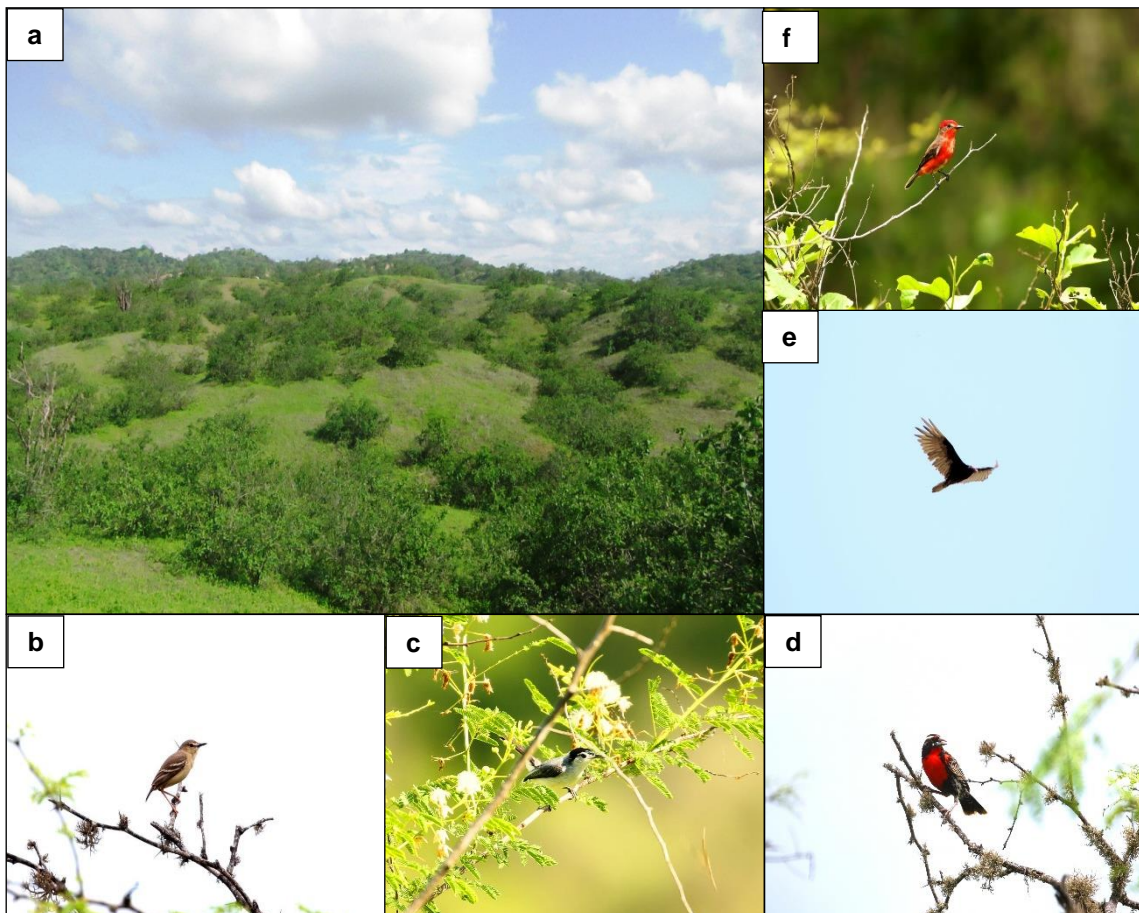


Figura 8.29. Especies registradas en el área de influencia de la plataforma Cope Sur 1X localizada en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

a. Vista panorámica de Cope Sur 1X, **b.** *Muscigralla brevicauda* «dormilona de cola corta», **c.** *Rhynchospiza stolzmanni* «gorrión de Tumbes», **d.** *Leistes bellicosus* «pastorero peruano», **e.** *Cathartes aura* «gallinazo cabeza roja» y **f.** *Pyrocephalus rubinus* «mosquero bermellón»

Las aves rapaces constituyen un grupo de importancia ecológica, ya que su presencia se ha valorado como un indicador de la salud y viabilidad de las comunidades bióticas y sus ecosistemas. Particularmente vulnerables a la pérdida y degradación de los ambientes naturales (Vázquez *et al.*, 2009). Estas especies son controladores biológicos por lo que su presencia constituye un indicador del estado general de los sitios muestreados, evidenciando la disponibilidad de presas (Renjifo, 1999 y Kattan *et al.*, 1994). En la presente evaluación se han registrado 7 especies de aves rapaces, de las cuales 5 son diurnas *Geranoospiza caerulescens*, *Parabuteo unicinctus*, *Geranoaetus polyosoma*, *Buteo albonotatus* y *Caracara cheriway*; y 2 son nocturnas, *Glaucidium peruanum* y *Athene cunicularia*. La presencia de estas especies rapaces refleja el buen estado de conservación del área de estudio, lo cual muestra una zona con disponibilidad de alimento, permitiendo que las aves rapaces que hacen uso de este hábitat convivan y mantengan el equilibrio ecológico en la zona (Figura 8.30).

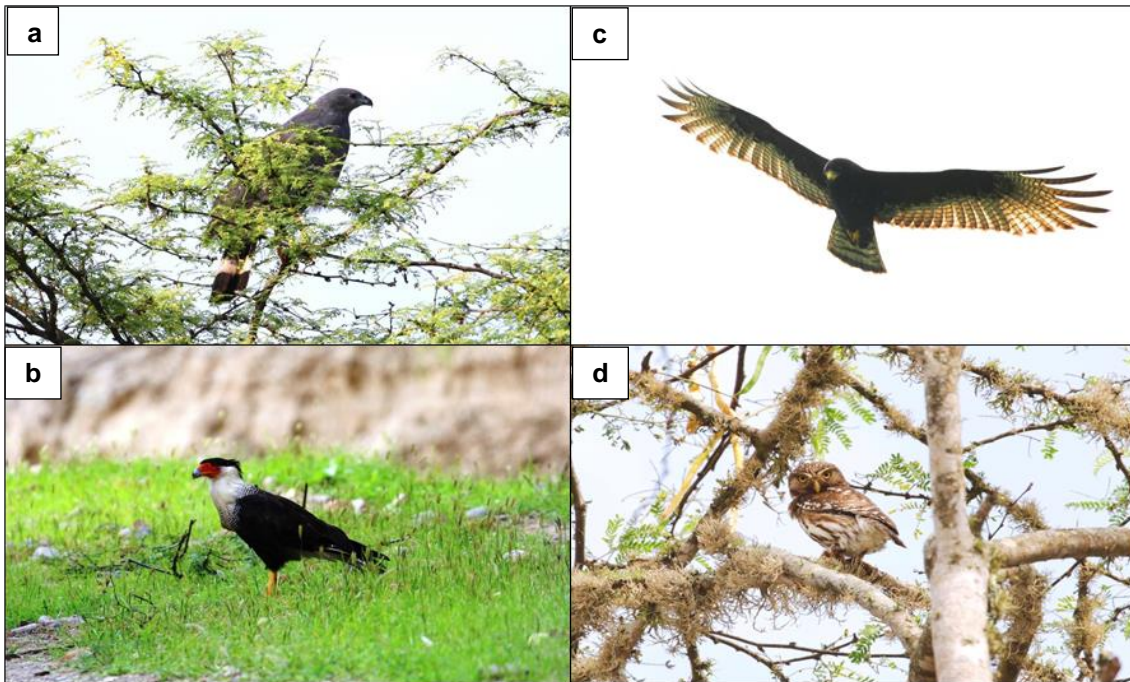


Figura 8.30. Aves rapaces diurnas y nocturnas entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

a. *Geranospiza caerulescens* «gavilán zancón», **b.** *Caracara cheriway* «caracara crestado», **c.** *Buteo albonotatus* «aguilucho de cola fajeada» y **d.** *Glaucidium peruanum* «lechucita peruana»

Sarkidiornis sylvicola «pato crestado», también conocido en el Perú como pato arrocero, es una especie que habita en cuerpos de agua estable o de movimiento muy lento (García-Bravo *et al.*, 2012). En el Perú, el pato crestado es una especie muy poco conocida, rara y local (Schulenberg *et al.* 2010). Durante la última década, esta especie ha sido reportada en nuevos sitios en el Perú, en el año 2012 fue reportada en el norte del Perú, en la quebrada Fernández (Tumbes), y en el sur, en la Laguna Qoricocha, cerca de la ciudad de Puquio, Ayacucho, (García-Bravo *et al.*, 2012) mientras que, en el año 2015 fue registrada en el Parque Nacional Cerros de Amotape (Sernanp, 2015). En la evaluación realizada se ha logrado registrar 4 individuos, 2 adultos y 2 juveniles en un pequeño cuerpo de agua ubicado en el entorno a la plataforma Cope Sur 5X. La importancia de este registro radica en 3 aspectos: el proceso de adaptación de la especie a ambientes extremos en el Bosque estacionalmente seco, a la ampliación del rango de distribución de la especie en Tumbes, y al registro de juveniles en la zona, lo cual podría significar que la especie probablemente haya logrado reproducirse. Todos estos aspectos podrían indicar que la especie se ha adaptado al BTES, encontrando condiciones mínimas necesarias para vivir y asegurando el recambio poblacional de la especie (Figura 8.31).



Figura 8.31. Individuo registrado de la especie *Sarkidiornis sylvicola* «pato crestado»

Las redes niebla es un método utilizado para la captura de aves, monitoreo de poblaciones e inventarios de aves (Polanco *et al.*, 2015). Estas constituyen un sistema de mallas para atrapar animales que vuelan (Franke *et al.*, 2014), además es una herramienta que proporciona información de las especies poco conspicuas, incrementando la riqueza en las evaluaciones ambientales (Vogel *et al.*, 2012). Ralph *et al.* (1996) indican que un muestreo es eficiente cuando las redes niebla se instalan en áreas con escasa corriente de aire, iluminación baja y de preferencia donde la altura máxima de la vegetación sea igual o apenas superior a la altura de la red (Figura 8.32).

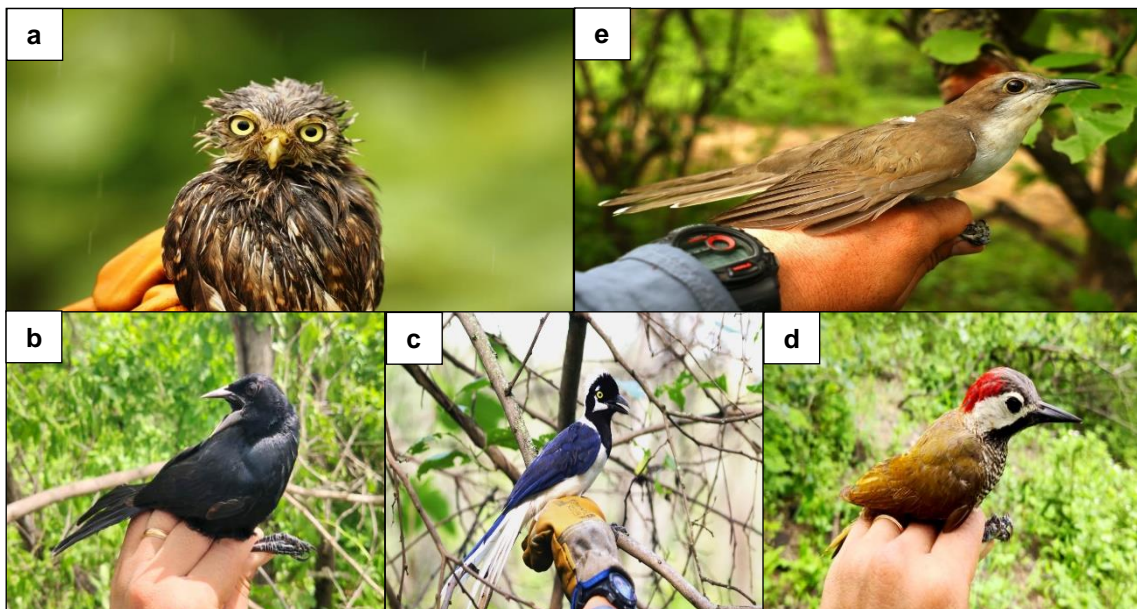


Figura 8.32. Especies capturadas mediante redes niebla en las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

a. *Glaucidium peruanum* «lechucita peruana», **b.** *Dives waczewiczi* «tordo de matorral», **c.** *Cyanocorax mystacalis* «urraca de cola blanca», **d.** *Colaptes rubiginosus* «carpintero pardo», **e.** *Coccyzus erythrophthalmus* «cuclillo de pico negro»

Durante la evaluación realizada, en las redes niebla se capturaron un total de 61 individuos pertenecientes a 18 especies, siendo las especies con mayor frecuencia de captura *Mimus longicaudatus*, *Cyanocorax mystacalis* y *Myiodynastes bairdii*. La plataforma Piedra Candela 3X obtuvo el mayor número de capturas mediante redes niebla, con 27 individuos de 12 especies.

Las aves como indicadores biológicos son útiles para detectar cambios en el hábitat a gran escala, especialmente aquellos inesperados que no pueden observarse (Osorio, 2019), además, son considerados buenos indicadores de los niveles de biodiversidad terrestres (Seminario, 2017). Las aves endémicas, son especies con un rango de distribución relativamente pequeño, con requerimientos únicos para poder habitar un área, considerados en muchos casos como prioridad de conservación (Franco *et al.*, 2009), debido a su especificidad e importancia. Durante la evaluación se ha registrado 2 especies endémicas de Perú, *Myiarchus semirufus* y *Piezorina cinerea*, ambas especies son propias de los bosques secos del norte del Perú, habitan en zonas con abundante *Prosopis pallida* «huarango o algarrobo», no obstante, el hábitat de estas especies en la actualidad sufren constantes impactos como tala de árboles, quema de bosques, destrucción de quebradas, entre otras, generando cambios, fragmentación de bosque y degradación de hábitat (Stotz *et al.*, 1996), afectando no solo a las especies endémicas sino a toda la diversidad única de flora y fauna silvestre que alberga este ecosistema, por lo cual es necesario conservar y proteger el bosque seco localizado en la cuenca Bocapán e intercuenca 13939 (Figura 8.33).



Figura 8.33. Individuo registrado de la especie *Piezorina cinerea* «fringilo cinéreo» entorno a la plataforma Cope Sur 1X

Las especies Cites, son especies categorizadas de esta manera debido a la excesiva explotación generada por el comercio industrial. Las especies son agrupadas en apéndices dependiendo del grado de amenazada (Cites, 2017). En el Perú existen 277 especies categorizadas por el Cites, de estas 10 especies se encuentran en el apéndice I y 267, en el apéndice II (Remsen *et al.*, 2018). Durante la evaluación se registró 12 especies dentro del apéndice II del Cites, 7 especies fueron rapaces, 5 de hábitos diurnos como *Geranoaetus polyosoma*, *Geranoospiza caerulescens*, *Caracara cheriway*, *Parabuteo unicinctus* y *Buteo albonotatus* y 2 especies de hábitos nocturnos, *Athene cunicularia* y *Glaucidium peruanum*, 2 especies de colibríes, *Thaumastura cora* y *Thaumasius baeri*, 2 especies de loros, *Forpus coelestis* y *Psittacara erythrogenys*, y una especie de pato, *Sarkidiornis sylvicola*.



La importancia del registro de los grupos mencionados antes, no solo se centra en su categorización en CITES, sino también por las funciones ecológicas que estos cumplen para el equilibrio de los ecosistemas (Finegan *et al.*, 2004). Las rapaces diurnas y nocturnas, son especies carnívoras ubicadas en lo alto de la cadena alimenticia, cuya función consiste en regular o controlar las poblaciones de otros grupos de animales. Los picaflores, cumple la función de polinización mientras que, los loros, la función dispersora de semillas. Todo un sistema que funciona correctamente, sin embargo, para Jansen (2005), la dispersión de semillas es la función más importante, porque favorece en el mantenimiento y restauración del bosque, no obstante, todos los registros de aves en el área de estudio fueron importantes porque en conjunto favorecen al mantenimiento del equilibrio en el ecosistema.

8.4.3. Mamíferos

La dinámica realizada bajo el esfuerzo de evaluación dentro de los bosques secos del noroeste peruano considerados como ecosistemas frágiles y que se hallan en constante amenaza ante la pérdida de su composición original, producto de diversas actividades generadas por el hombre, ha traído consigo un atractivo conocimiento de las especies de fauna que albergan estos parajes. Estas zonas tienen una zona de importancia biológica por ser ecosistemas particulares, con alto grado de amenaza y son poco conocidas, su importancia radica en que son refugio de especies endémicas y de un importante grado de diversidad local y regional (Leal y Linares, 2005).

En este bosque tropical estacionalmente seco «BTES» se han definido 3 unidades de vegetación: El bosque seco semidenso de colinas identificadas en las zonas Piedra candela 3X y Blanco-1, el bosque seco ralo de colinas característico en las zonas Cardo 2X, Cope Sur 5X y Caracol 4X, y finalmente el Bosque seco muy ralo de colinas en las zonas Cope Sur 1X, Caracol 1X y su similar Blanco-2.

Existe una preocupación por la conservación de estos bosques por parte de los lugareños (com. personal), esta inquietud ha desplazado esfuerzos hacia la conciencia de sus autoridades locales. Las principales amenazas que sufren estos bosques secos son la deforestación a través de la tala selectiva y de la agricultura, sumado a la práctica de la ganadería caprina y bovina esta última observada durante la evaluación. La tala selectiva casi ha extinguido a muchas especies de uso local y foránea con fines comerciales. Por todo lo manifestado se puede presumir que esta región es una de las más importantes del mundo, además de albergar a especies endémicas y de importancia ecológica (Angulo, 2009).

Debido a ello y a un futuro y posible emplazamiento de proyectos de actividad de extracción de hidrocarburos, se han desarrollado la evaluación de mamíferos silvestres, entre ellos a los murciélagos, roedores y mamíferos mayores.

En el área evaluada se han tomado las diferentes metodologías para el muestreo de mamíferos silvestres, estas metodologías difieren en su esfuerzo, modalidad de captura y materiales usados para la captura o registros de los individuos de cada uno de estos grupos.



Figura 8.34. Vistas panorámicas del bosque tropical estacionalmente seco «BTES» entorno a las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

a. Fotografía en la zona Cope Sur 5X y **b.** Fotografía en el Cardo 2X

En afán de obtener alguna captura de roedores en el área de estudio, se ha invertido un esfuerzo total de 600 trampas noche (TN) distribuidas equitativamente en cada una de las 6 zonas evaluadas en este caso. Se establecieron líneas o transectos de captura con trampas de captura viva denominadas Sherman, ideales para el registro de la diversidad de los mamíferos pequeños terrestres (Jones *et al.*, 1996; Voss y Emmons, 1996; Voss *et al.*, 2001) y utilizando un atrayente o cebo preparado en base a diversos ingredientes entre ellos, mantequilla de maní (Hice y Velazco, 2013; Muñoz-Pedrerros y Yañez, 2000). Pese a ello, no se obtuvo ningún registro, similar a lo ocurrido en un estudio realizado en el 2010 (BPZ Exploración & Producción S.R.L., 2010) en donde se menciona que la ausencia de roedores se deba a la temporalidad (época seca) al momento de la evaluación coincidente con la realizada. Sin embargo, en otro estudio desarrollado en el 2015 (BPZ Exploración & Producción S.R.L., 2015) se obtuvo el registro de 3 especies *Oligoryzomys arenalis*, *Aegialomys xantheolus* llamados ambos como «ratón arrocero pigmeo» y *Mus musculus* «ratón doméstico» contribuyendo así a llenar el vacío de información con respecto a este grupo.

Los murciélagos son los únicos mamíferos que han desarrollado la capacidad de volar, esta virtud y su comportamiento nocturno le ha permitido alternar con las aves, las diversas funciones de importancia ecológica como la manutención y regeneración de los bosques mediante la dispersión de semillas, polinizadores y controladores naturales de poblaciones de insectos y vertebrados menores (Ascorra *et al.*, 1991).

Debido a esta importancia de los murciélagos, se ha desarrollado la evaluación mediante el método de captura con redes de neblina, logrando registrar 5 especies pertenecientes a la más variada y diversa familia de los quirópteros, Phyllostomidae. Entre las especies registradas tenemos a *Desmodus rotundus* «vampiro común», que es la especie más conocida entre las especies hematófagas (se alimenta de sangre) y de amplia distribución en Perú (Quintana y Pacheco, 2007), *Glossophaga soricina* «murciélago longirostro» especie nectar-polinívoro, es decir, que se alimenta del néctar y polen de las plantas y constituye un gran colaborador en el mecanismo de la polinización de diversas plantas de las que generalmente se alimenta (Álvarez y Sánchez-Casas, 1999), *Artibeus fraterculus* «murciélago frutero» que habita principalmente en los bosques secos tropicales y subtropicales, entre 0 y 1600 m de altitud (Albuja, 1999 y Tirira, 2007) y habita en cuevas o cavernas formadas por las erosiones provocadas por las lluvias y la escorrentía subterránea, el *Myotis nigricans* «murciélago negruzco común» el cual habita en bosques húmedos y

secos, tropicales y subtropicales (Tirira, 2007), y *Molossus molossus* «murciélago casero», esta última es una de las más comunes y de gran importancia ecológica como controlador de insectos que abundan en las grandes ciudades (Sampedro *et al.*, 2008).



Figura 8.35. Especies de murciélagos registrados en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

a. *Desmodus rotundus* «vampiro común», **b.** *Artibeus fraterculus* «murciélago frutero», **c.** *Glossophaga soricina* «murciélago longirostro», **d.** *Myotis nigricans* «murciélago negruzco común», **e.** *Molossus molossus* «murciélago casero»

Si nos fijamos en la composición de los registros obtenidos en cuanto a murciélagos en cada una de las zonas de evaluación como Caracol 1X caracterizada por presentar un bosque seco muy ralo de colinas, es posible que la especie *Molossus molossus* «murciélago casero» con sus 20 registros reportados, además de ser una especie bastante común y de hábitos gregarios (viven en colonias), las posibilidades de captura en números mayores no es nada raro. En cambio, una de las zonas con un buen registro de especies como *Desmodus rotundus* «vampiro común», *Glossophaga soricina* «murciélago longirostro» y *Myotis nigricans* «murciélago negruzco común» merece la atención, sobre todo por su tipo de



vegetación de bosque seco semidenso de colinas el cual posibilita y predispone la permanencia o presencia de estas especies por la disponibilidad de alimento y/o refugios.

Según Loaiza (2010), además de las especies registradas en este estudio podemos encontrar *Eumops wilsoni*, *Lonchophylla hesperia*, *Platyrrhinus matapalensis* y *Eptesicus innoxius*, los cuales incluso pueden incrementar teóricamente la lista de especies obtenida y que contesta a la probabilidad de estos registros estimado mediante modelo exponencial negativo.

Si bien se ha tratado de fundamentar la presencia de ciertas especies de mamíferos silvestres en los bosques tropicales estacionalmente secos «BTES» como los murciélagos, es propicio argumentar también sobre los mamíferos mayores que ocupan un papel muy importante en las funciones ecosistémicas y su equilibrio.

La evaluación de mamíferos mayores se realizó básicamente mediante el uso de cámaras trampa (38 en total), todas ellas estuvieron distribuidas en las 8 zonas propuestas a evaluar (descritas líneas arriba). El esfuerzo invertido para esta evaluación mediante fototrampeo fue de 4104 cámaras trampa-día (CTD) por un periodo prolongado entre marzo y julio.

Producto de este trabajo se ha registrado 6 especies de mamíferos mayores, destacando los carnívoros con 3 especies, consideradas como especies top de la cadena alimenticia, estas fueron *Leopardus colocola* «gato de los pajonales», *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» y *Conepatus semistriatus* «añás». Estas especies además de regular las poblaciones naturales, influyen en la dinámica del ecosistema en el que viven (Palacios, 2007), asimismo se ha logrado registrar mamíferos de segundo orden (para la cadena alimenticia) como el roedor *Simosciurus neboxii* «ardilla nuca blanca» nativa de la costa norte de Perú y especie típica que habita los bosques secos (Lajo-Salazar *et al.*, 2018), seguido del *Odocoileus peruvianus* «venado de cola blanca» cérvido que se distribuye desde el occidente del Ecuador y Perú con preferencia de bosques secos de la costa (Tirira, 2007), y por último a *Tamandua mexicana* «oso hormiguero» también de amplia distribución ocupando bosques tropicales y subtropicales ubicados en la parte noroccidente de Perú (Alzate *et al.*, 2016).



Figura 8.36. Especies de mamíferos mayores registrados en el área de influencia de las plataformas localizadas en la Cuenca Bocapán e Intercuenca 13939

a. *Tamandua mexicana* «oso hormiguero», **b.** *Simosciurus neboxii* «ardilla nuca blanca», **c.** *Leopardus colocola* «gato de los pajonales», **d.** *Lycalopex sechurae* «zorro costeño», **e.** *Conepatus semistriatus* «añás», **f.** *Odocoileus peruvianus* «venado de cola blanca»

Es preciso mencionar que el rango de distribución para ciertas especies de mamíferos no es muy restringido, por ejemplo, la especie *Simosciurus neboxii* «ardilla nuca blanca» puede habitar en zonas de bosque seco, entre 0 y 2000 metros de altitud; el *Lycalopex sechurae* «zorro costeño»; que habita zonas costeras de bosque seco puede estar presente en lugares prístinos, secundarios y alterados. También mencionamos a *Odocoileus peruvianus* «venado de cola blanca»; especie que se le puede observar de manera frecuente habitando zonas altoandinas de cumbres altas y zonas dominadas por amplias planicies, así como páramos altoandinos, pero también se puede encontrar en zonas de costa, por último, el *Conepatus semistriatus* «añás» puede encontrarse, además del bosque seco, en zonas altoandinas, páramos abiertos y roquedales con distribución hacia la parte norte y media de Perú. (Pacheco, 2002 y Tirira, 2007).



La alimentación de la especie *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» se basa principalmente en ser generalista y de hábitos alimentarios oportunista, pues puede cambiar dichos hábitos dependiendo de la disponibilidad de presas presentes en su rango de distribución y de los efectos de la estacionalidad (Redford y Eisenberg, 1992 y Romo, 1995). Esta especie es considerada enemiga de los animales de crianza y de pastoreo como ovejas, sin embargo, las poblaciones mantienen cierto respeto por esta especie ya que se viene fomentando su conservación con fines de atractivo paisajístico. El rango de distribución para la especie de *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» se define hacia la costa llegando hasta Lima (Pacheco, 2002).

Siendo los carnívoros las especies de mayor registro en este estudio, la información existente demuestra al menos una parte y de acuerdo con la temporalidad, estas también asumen la dieta vegetariana. Lamentablemente esto no ha evitado que este grupo sea víctima de la caza furtiva, comercio de animales vivos y principalmente por eliminación de individuos por perjuicios económicos a propietarios rurales, sin olvidar la destrucción y fragmentación del hábitat (Leite Pitman *et al.*, 2002). Este efecto hace que la situación de algunas especies sea naturalmente rara, disminuyendo en número debido al impacto humano, provocando al límite de una posible extinción. Esta pérdida puede causar ajustes relevantes en la abundancia y la estructura poblacional de otras especies en la comunidad (Palacios, 2007, Terborgh *et al.*, 1999, Cossíos *et al.*, 2007).

Una alternativa que puede verse como necesidad urgente de conservar los ecosistemas, dada la actual crisis ambiental, y con esto se involucra también a los murciélagos frugívoros como dispersores, que pueden ser determinantes para recuperar la estructura y complejidad de la vegetación en bosques alterados. Recientes estudios han resaltado la especial relevancia de los mamíferos frugívoros como *Odocoileus peruvianus* «venado de cola blanca», *Artibeus fraterculus* «murciélago frutero» incluyendo a *Simosciurus neboxii* «ardilla nuca blanca» y con especial consideración incluimos también a *Lycalopex sechurae* «zorro costeño»; los cuales son piezas importante y efectivos en el proceso de dispersión de semillas en ambientes degradados (Escribano-Ávila, 2015).

Es necesario mantener estas poblaciones de mamíferos señalando que estas especies tienen un gran significado cultural para el Perú, de perderse esto disminuiríamos a la gran diversidad que aún se mantiene. Por ende, es necesario crear programas de conservación o proyectos que generen propuestas de manejo en bien de estas especies, sobre todo para las especies *Leopardus colocola* «gato de los pajonales» y *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» registradas en las categorías de conservación nacional e internacional. según la IUCN (2020) y la legislación de conservación nacional (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI).

Finalmente es importante mencionar que de darse un escenario adverso los mamíferos mayores son los más vulnerables, estos podrían desplazarse hacia sectores más remotos en caso de haber alguna alteración. El uso de las grietas y cuevas formadas entre las rocas (roquedales) como madrigueras (temporales o permantes) para realizar las diferentes actividades de vida (descanso, alimentación, reproducción, etc.) pueden verse afectadas de cierto modo. Por otro lado, la fuga de animales sensibles a las alteraciones del hábitat hará que las especies con fácil adaptación incluso a las fuertes alteraciones del hábitat incrementen sus poblaciones, produciéndose variaciones en la composición específica de la fauna silvestre.



9. CONCLUSIONES

9.1. Agua

Las quebradas De La Capilla, Tucilla, El Avión Caído y Bocapán (localidad de Pedregal) no registraron flujo de agua durante la evaluación debido a las anomalías negativas de precipitación de enero a marzo del 2020, por tener la zona un clima desértico, influenciado por la corriente de Humboldt y el anticiclón del Pacífico Sur; y cuya variabilidad interanual de precipitación es fuertemente modulada por el fenómeno «El Niño», por lo que el principal recurso hídrico de la población local es el agua subterránea (pozos artesanales).

De la evaluación de la calidad de agua en los pozos artesanales en el sector de Charán (Pozos 1, 2 y 3) y la quebrada Bocapán (QBoca1A) en el límite de los distritos Zorritos y Casitas de facies sulfatadas sódicas o magnésicas y del tipo regional, se determinó que los valores de conductividad eléctrica (CE), y concentraciones de cloruros, fluoruros, sulfatos, calcio, sodio, magnesio, manganeso, hierro, aluminio, arsénico, selenio y boro fueron mayores a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (2008 o 2017) en la Categoría 1 o Categoría 3; y en la desembocadura de la quebrada Bocapán (QBoca3) de facie clorurada sódica, los valores de pH, y las concentraciones de sólidos totales disueltos, sólidos totales en suspensión, arsénico y níquel fueron mayores a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (2008 o 2017) Categoría 4 y en la quebrada Bocapán y los pozos artesanales no se registraron concentración de aceites y grasas e hidrocarburos totales de petróleo.

La presencia de calcio, sodio, cloruros, sulfatos, fluoruros, boro y otros minerales en elevadas concentraciones que otorgaron altos valores de conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos, y los cuales excedieron los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, están asociados al contexto hidrogeológico del acuífero Casitas y a la geología regional en cuya composición mineralógica presentan areniscas calcáreas, lutitas bituminosas y bentoníticas (caolinita, clorita, montmorillonita, moscovita, illita, cuarzo, feldespatos, óxidos de hierro, bentonitas, piritas y otros) y la presencia de depósitos evaporíticos sobreyacen sobre las rocas cercanas al litoral con presencia de minerales que en su mayoría son: halita, silvita, yeso, anhidrita, fluorita y minerales de boro.

Las altas concentraciones de aluminio, hierro, y manganeso en el Pozo 2, que no cuenta con estructura hidráulica, están relacionados a los sólidos totales en suspensión debido que el agua estancada del pozo se encuentra en contacto directo con los suelos de su entorno, el cual además incrementa los porcentajes de la forma suspendida de otros metales como el calcio y magnesio.

La salinidad y el pH de la desembocadura de la quebrada Bocapán (QBoca3) están relacionadas con el agua de mar de Tumbes debido a la dinámica estacional de su oleaje, y la evaporación del agua en ambientes de mayor temperatura. Mientras que, las mayores concentraciones de arsénico y níquel están relacionadas a las elevadas concentraciones de sólidos totales en suspensión por la interacción agua-suelo de las riberas.

La quebrada Bocapán de acuerdo a la Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales», está clasificada con la categoría 3: «Riego de vegetales y bebida de animales» en su mayor longitud (62,76 km) en la parte baja donde está el área de estudio; sin embargo, de la evaluación realizada en la desembocadura (QBoca3) de la cuenca Bocapán (U.H. 13936) sus características fisicoquímicas como los cloruros relacionados a la alta salinidad (salmuera) están relacionadas a los estuarios, por lo cual debería ser considerada como Categoría 4: Ecosistemas costeros y marinos - Estuarios (E3).



9.2. Comunidades hidrobiológicas

Las condiciones fisicoquímicas como la conductividad eléctrica (salinidad) fueron muy disimilares entre la zona cerca a la desembocadura y varios kilómetros aguas arriba en el río Bocapán, este pudo haber sido un factor para las diferencias encontradas en la composición de las comunidades hidrobiológicas como perifiton y macroinvertebrados bentónicos.

9.3. Flora silvestre

La evaluación de flora: árboles, arbustos, hierbas y lianas, en el área de influencia de la cuenca Bocapán e intercuenca 13939 fue realizada en 4 plataformas (Piedra Candela 3X, Cardo 2X, Cope Sur 5X y Cope Sur 1X) y una zona blanco (Blanco-1); donde, se evaluaron de 20 parcelas permanentes de 0,25 ha (4 parcelas por plataforma), que corresponden a 3 unidades de vegetación (Bosque seco semidenso de colinas, Bosque seco ralo de colinas y Bosque seco muy ralo de colinas) todas ellas pertenecientes al ecosistema Bosque estacionalmente seco (BTES).

Se registraron 18 especies arbóreas agrupadas en 9 familias botánicas y 14 géneros, siendo la familia Fabaceae, Boraginaceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Cactaceae y Capparaceae las familias más diversas y abundantes. Asimismo, se concluyó que las especies arbóreas dominantes en las parcelas son; *Cordia lutea* «overo», *Prosopis pallida* «algarrobo», *Caesalpinia paipai* «Charán negro», *Bursera graveolens* «palo santo», *Loxopterygium huasango* «hualtaco», y *Acacia macrantha* principalmente.

De la evaluación cualitativa se tiene registraron 21 especies, principalmente de hábito herbáceo (18 especies), 1 árbol y 2 especies de lianas, entre ellas una especie endémica *Tiquilia dichotoma* «hierba» y *Maytenus octogona* «árbol» NT Casi Amenazado según la legislación nacional.

Con relación a la clasificación de coberturas, los resultados mostraron que, la clasificación de unidades de vegetación presentados en los instrumentos de gestión ambiental concuerda con la evaluación de flora realizada *in situ* por el OEFA y que, por la escala de trabajo existen diferencias marcadas con el mapa de cobertura del Minam. Asimismo, se tiene detallado los valores porcentuales del uso de suelo (área industrial, suelo descubierto, quebradas, trochas, espejo de agua, árboles, arbustos y hierbas) entorno a las zonas plataformas evaluadas.

La distribución diamétrica (estructura horizontal) de las especies en las parcelas mostraron un patrón constante, reflejando una distribución en la forma típica de «J» invertida, con presencia de gran cantidad de individuos con diámetros menores, garantizando así la regeneración natural y la dinámica normal de estos ecosistemas. Asimismo, *Cordia lutea* «overo» y *Prosopis pallida* «algarrobo» son las especies que más dominaron en los diámetros menores por su abundancia, evidenciando así, procesos que indican la dominancia en estos ecosistemas.

De acuerdo con las especies ecológicamente más importantes en las parcelas entorno a las plataformas corresponden a especies típicas de bosques estacionalmente secos. Entre ellas, *Cordia lutea* «overo», *Prosopis pallida* «algarrobo», *Caesalpinia paipai* «Charán negro», *Bursera graveolens* «palo santo», *Loxopterygium huasango* «hualtaco», y *Acacia macrantha* principalmente. Sin embargo, es importante recalcar que, cada parcela contiene especies únicas en su composición, y el orden de importancia varía entre ellas.



Con relación a la estimación de biomasa y captura de carbono, las parcelas de la plataforma Piedra Candela 3X y zona blanco fueron las que presentaron mayores valores. Sin embargo, presentaron picos altos y bajos a consecuencia de los tipos de cobertura vegetal que fueron seleccionados para dicha evaluación, lo que indica que las diferentes unidades de vegetación presentes entorno a las plataformas tiene una dinámica distinta una a otra en el tiempo.

De acuerdo con los 3061 individuos arbóreos registrados, se determinaron taxonómicamente 18 especies, de las cuales, 8 especies están consideradas en alguna categoría de protección; entre ellas 2 especies endémicas, 6 especies categorizadas por el Decreto Supremo N.º 043-2006-AG, 2 especies en Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestre (Cites). Asimismo, 2 especies de hábito herbáceo fueron considerados como endémicos según el Libro Rojo de especies endémicas del Perú.

El análisis estadístico multivariado de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y de similitud Bray Curtis (*cluster*) mostraron que la composición de especies arbórea en las parcelas está bien definida (agrupadas); como las especies de las parcelas en la plataforma Piedra Candela 3X y Blanco-1, que se agruparon con las especies mas importantes, formando un grupo distinto respecto a las demás.

9.4. Fauna silvestre

9.4.1. Anfibios y reptiles

Se registraron 7 especies de reptiles, siendo *Microlophus occipitalis* «Capón» y *Dicrodon guttulatum* «Cañan» los más abundantes en toda el área de evaluación. Los anfibios estuvieron presentes con 3 especies, con *Engystomops* sp. como la representante con mayor abundancia.

La estacionalidad ambiental influyó en la presencia de anfibios en las inmediaciones de las plataformas de evaluación, siendo registrados en los cuerpos de agua producidos por las lluvias ocasionales.

Las diferencias en la riqueza y abundancia de anfibios y reptiles estuvieron relacionadas a las variaciones en la cobertura vegetal presente en los ecosistemas evaluados (bosque seco semidenso de colinas, bosque seco ralo y muy ralo de colinas).

La plataforma de perforación Piedra Candela 3X presentó los mayores índices de diversidad de anfibios y reptiles en toda el área de evaluación, producto de la abundante vegetación que se presenta en esta zona, propia del bosque seco semidenso de colinas.

La zona Blanco-1, destacó por la elevada presencia de reptiles en sus inmediaciones (6 especies); mientras que las plataformas de perforación Cardo 2X y Cope Sur 5X evidenciaron la presencia de grandes pozas de agua estacionales en sus cercanías, las cuales permitieron el asentamiento de poblaciones de anfibios en sus diferentes estados de desarrollo.

La especie *Callopistes flavipunctatus* «Lagarto monitor falso» es el único que se encuentra en la categoría de Casi Amenazado (NT) por el Estado Peruano (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI). Es consumido ocasionalmente por los pobladores locales, debido a su gran tamaño y fuente de proteínas.



9.4.2. Aves

Se registraron 62 especies de aves mediante la aplicación de 3 métodos: búsquedas intensivas, listas fijas y redes niebla. El orden con el mayor número de especies registradas fue Passeriformes con 37 especies, seguido de Accipitriformes con 4 especies; la familia con la mayor riqueza registrada fue Tyrannidae con 12 especies, seguido de Thraupidae con 9 especies.

La especie con el mayor número de individuos fue *Sicalis taczanowskii* «chirigüe de garganta azufrada» con 160 individuos registrados, seguido de *Mimus longicaudatus* «calandria de cola larga» con 152 individuos, seguido de *Furnarius leucopus* «hornero de pata pálida» con 102 individuos.

El área de evaluación Blanco-1, con la formación bosque seco semidenso de colina, fue la que presentó la mayor riqueza con 39 especies registradas, seguido de la plataforma Cardo 2X con 37 especies, por otro lado, la plataforma con la mayor abundancia registrada fue Cope Sur 1X con 393 individuos seguido de la plataforma Cope Sur 5X con 305 individuos.

Durante la evaluación realizada, se registraron 29 especies de interés para la conservación, de las cuales 2 son endémicas de Perú, 15 especies son endémicas del del área de endemismo de aves 045 (EBA 045) «Región Tumbesina», 16 especies pertenecen al bioma EPC «Costa del Pacífico Tropical» y 1 especie es endémica del bioma STP «Pacífico Subtropical».

Se registraron 3 especies dentro de alguna categoría de conservación de la unión internacional para la conservación de la naturaleza (UICN), *Myiarchus semirufus* categorizada como especie En Peligro (EN) y las especies *Psittacara erythrogenys* y *Conothraupis speculigera* categorizadas como especies Casi amenazadas (NT), mientras que, según el Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI, se reportaron 4 especies, *Myiarchus semirufus* categorizada como especie Vulnerable (VU), y las especies *Conothraupis speculigera*, *Tachycineta stolzmanni* y *Psittacara erythrogenys* categorizadas como especies Casi amenazadas (NT).

Según la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES), se registraron 12 especies en esta lista de conservación, todas dentro del apéndice II. Estas especies son: *Sarkidiornis sylvicola*, *Thaumastura cora*, *Thaumasius baeri*, *Geranoospiza caerulescens*, *Parabuteo unicinctus*, *Geranoaetus polyosoma*, *Buteo albonotatus*, *Glaucidium peruanum*, *Athene cunicularia*, *Caracara cheriway*, *Forpus coelestis* y *Psittacara erythrogenys*.

9.4.3. Mamíferos

Se registró un total de 5 especies de murciélagos y 6 especies de mamíferos mayores silvestres con predominio del orden Carnivora con 3 de ellas, teniendo como especies de particular importancia a *Leopardus colocola* «gato de pajonal».

Se registró la especie de importancia ecológica y de conservación nacional e internacional, *Molossus molossus* «murciélago casero», de acuerdo con su alta capacidad de ser un buen controlador biológico, puede ser considerada o tomada como especie clave, controlando la proliferación de mosquitos que son vectores o transmisores de distintas enfermedades como el dengue. Este registro puede sumarse a la lista de puntos de interés para la descripción de su distribución en el Perú.



La zona de Piedra Candela 3X y la zona Blanco-1 presentaron los mayores registros de especies de mamíferos silvestres con 5 y 6 registros respectivamente por medio de cámaras trampa, por ende, presentaron la mayor diversidad.

Del total de especies registradas, 2 de ellas se encuentran por lo menos en una categoría de conservación nacional e internacional. Entre ellas tenemos al y *Leopardus colocola* «gato de pajonal» categorizada en estado de Casi Amenazada (NT) ambas para la IUCN (2020) y para la legislación nacional (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI) como especie en situación de Vulnerable (VU) y con Datos insuficientes (DD) respectivamente. Y finalmente según el Cites (2019) *Leopardus colocola* «gato de pajonal» se encuentra en el apéndice I y *Lycalopex sechurae* «zorro costeño» se encuentran listada como Casi Amenazada (NT) para la IUCN (2018) y para la legislación nacional (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI).

10. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Autoridad Nacional del Agua pueda evaluar la categorización de la quebrada Bocapán en su desembocadura al océano Pacífico, ya que de acuerdo a la Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales», la quebrada está clasificada con la categoría 3: «Riego de vegetales y bebida de animales»; sin embargo, en la evaluación realizada se determinó que las características fisicoquímicas como los cloruros relacionados a la alta salinidad (salmuera) y composición de las comunidades hidrobiológicas como perifiton y macroinvertebrados bentónicos estarían relacionadas a los estuarios (ecosistemas costeros y marinos).

Se recomienda completar las evaluaciones de flora y fauna faltantes en las plataformas que no pudieron ser evaluadas debido a la declaratoria de emergencia decretada por el estado peruano (Decreto Supremo N.º 044-2020-PCM y Decreto Supremo N.º 046-2020-PCM), con el objetivo de obtener un análisis completo de especies presentes en ambas épocas (temporadas) en el área de influencia de las plataformas ubicadas en la cuenca Bocapán e Intercuenca 13939.

Los monitoreos a largo plazo son procesos que ayudan a determinar la dinámica de los bosques, y en el proceso, identificar alguna anomalía en el ecosistema, generadas por diferentes actividades, entre ellas las del administrado, en ese sentido, se recomienda proponer la implementación de un programa de monitoreo y vigilancia a las parcelas permanentes instaladas y evaluadas en el presente estudio. Asimismo, es de vital importancia complementar con orto-imágenes de alta resolución y el análisis de clasificación de cobertura actualizada en ambas temporadas, como una imagen representativa del estado actual del uso de suelo y el detalle de cobertura vegetal entorno a las plataformas.

Se recomienda complementar la información obtenida en esta evaluación con datos de la época seca, lo cual permitiría tener visión más completa de las poblaciones de flora y fauna silvestre presentes en el área.

11. ANEXOS

- Anexo 1: Tablas de Antecedentes
- Anexo 2: Mapas
- Anexo 3: Reporte de campo comunitario N.º RCC_002_2020-STEC
- Anexo 4: Reporte de campo comunitario N.º RCC_006_2020-STEC
- Anexo 5: Reporte de campo N.º 023-2020-STEC
- Anexo 6: Reporte de resultados N.º RRE-008-2020-STEC



- Anexo 7: Reporte de resultados N.º RRE-009-2020-STEC
Anexo 8: Reporte de resultados N.º RRE-010-2020-STEC
Anexo 9: Figuras complementarias.
Anexo 10: Base de datos complementario
Anexo 11: Procesamiento de datos.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agua

- Aghazadeh, N., Chitsazan, M., & Golestan, Y. (2017). Hydrochemistry and quality assessment of groundwater in the Ardabil area, Iran. *Applied Water Science*, 7(7), 3599-3616. <https://doi.org/10.1007/s13201-016-0498-9>.
- Appelo, C. & Postma, D. (2005). *Geochemistry, Groundwater and Pollution*. 2nd Edition, Balkema, Rotterdam. <https://doi.org/10.1201/9781439833544>.
- ANA (2018). *Evaluación del Comportamiento Histórico del Acuífero Quebrada Casitas*. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) - Autoridad Nacional del Agua (ANA) - Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos (DCPRH) - Autoridad Administrativa del Agua (AAA) Jequetepeque – Zarumilla.
- ANA (2019). *Hidrografía de las cuencas del Consejo de Recursos Hídricos de la cuenca Tumbes*. Autoridad Nacional del Agua. Autoridad Nacional del Agua (ANA). Disponible en <https://www.ana.gob.pe/2019/consejo-de-cuenca/tumbes/Hidrograf%c3%ada>.
- ANA (2020). *Guía para realizar inventario de fuentes de agua subterránea*. Autoridad Nacional del Agua. Autoridad Nacional del Agua (ANA). Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4495>
- BPZ (2013). *Reubicación de las plataformas de perforación en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de Perforación de 36 pozos en la fase de exploración (6 exploratorios y 30 confirmatorios) en el Lote XXIII*. BPZ Exploración & Producción S.R.L.
- BPZ (2015). *Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Ampliación de la Disposición Final de Agua de Producción del Yacimiento Corvina en el Lote Z-1*. BPZ Exploración & Producción S.R.L.
- Castro, A., Correa, K., Avalos, G., Porras, P., Castro, V., Rodríguez, L., Quispe, N., Quispe, K. (2020). *Informe Técnico: Análisis del Período Lluvioso 2019/2020 a nivel nacional*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú - SENAHMI. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02215SENA-68.pdf>.
- Cenepred (2019). *Temporada de Lluvia 2020-2021 Escenario de Riesgo por Déficit de Lluvias en La Costa y Sierra Norte del Perú para el período Setiembre-Noviembre 2020*. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres-CENEPRED. https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/2020/09/ESCENARIO-DE-RIESGO-DEFICIT_PP.pdf.
- Colan, J. (2019, 25 de febrero). *Quebrada de Casitas - Bocapan es la más grande que se ubica en esta Provincia y a la vez la...*Jhonatan Colan – Photography. Consultado el 20 de Agosto de 2020. <https://www.facebook.com/jhonathancolan/>.
- Custodio, E. y Llamas, M. R. (1976). *Hidrología Subterránea*. – Tomo I y II. Ed. Omega, Barcelona, España.
- Davis, S.N. & De Wiest, R. (1971). *Hidrología*. – Tomo I. Ed. Ariel, Barcelona España.



- Díaz, A., Carpio, M. y Ramírez, J. (2011). Estudio Geológico Económico de las Rocas y Minerales Industriales en las Regiones de Moquegua y Tacna (Boletín, Serie B: Geología Económica; nº 26). Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12544/218>.
- Dinka, M. O., Loiskandl, W., & Ndambuki, J. M. (2015). Hydrochemical characterization of various surface water and groundwater resources available in Matahara areas, Fantalle Woreda of Oromiya region. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 3, 444-456. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.02.007>.
- ENFEN (2017). *El Niño Costero*. Informe Técnico Extraordinario N° 001-2017/ENFEN. Comité Multisectorial Encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). Disponible en https://www.dhn.mil.pe/Archivos/Oceanografia/ENFEN/nota_tecnica/01-2017.pdf.
- Fagundo-Castillo, J. R., Alconada-Magliano, M. M., Carrillo-Rivera, J. J., & González-Hernández, P. (2014). Caracterización de los flujos de agua subterránea a partir de su salinidad. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(3), 63-80.
- Gibbs, R. J. (1970). Mechanisms Controlling World Water Chemistry. *Science, New Series*, 170 (3962), 1088-1090. <https://doi.org/10.1126/science.170.3962.1088>.
- Gupta, S., Saravanan, B., Agarwal, M., Yadav, G. S., & Kumar, P. (2016). Hydrogeochemical Constraints of Uranium Solubility and Groundwater Quality in Aquifers of Central and Western Parts of Singhbhum Shear Zone, Jharkhand, India. *Journal of Groundwater Resources*, 5, 16-36.
- Hem, J. D. (1985). Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water (Vol. 2254). Department of the Interior, US Geological Survey. Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/wsp/wsp2254/pdf/wsp2254a.pdf>.
- Kanagaraj, G., Elango, L., Sridhar, S. G. D., & Gowrisankar, G. (2018). Hydrogeochemical processes and influence of seawater intrusion in coastal aquifers south of Chennai, Tamil Nadu, India. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(9), 8989-9011. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0910-5>.
- Katz, B. G., Coplen, T. B., Bullen, T. D., & Davis, J. H. (1997). Use of chemical and isotopic tracers to characterize the interactions between ground water and surface water in mantled karst. *Ground water*, 35(6), 1014-1028. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.1997.tb00174.x>
- Kawo, N.S., & Karuppanan, S. (2018). Groundwater quality assessment using water quality index and GIS technique in Modjo River Basin, central Ethiopia. *Journal of African Earth Sciences*, 147, 300-311. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2018.06.034>.
- Han, D., Liang, X., Jin, M., Currell, M. J., Han, Y., & Song, X. (2009). Hydrogeochemical indicators of groundwater flow systems in the Yangwu River alluvial fan, Xinzhou Basin, Shanxi, China. *Environmental management*, 44(2), 243-255. <https://doi.org/10.1007/s00267-009-9301-0>.
- Huamani, A. (2000). *Aguas termales y minerales en el norte del Perú* [Boletín, Serie D: Estudios Regionales; nº 22]. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/344>.
- Inrena (1997). *Estudio Hidrogeológico para el abastecimiento de agua a los poblados de la quebrada Casitas*. Ministerio de Agricultura (MINAG) - Intendencia de Recursos Naturales (INRENA) - Dirección General de Aguas y Suelos (DGAS). <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2956>.



- Inrena (2006). *Estudio Hidrogeológico de la Quebrada Casitas – Informe Final*. Ministerio de Agricultura (MINAG) - Intendencia de Recursos Naturales (INRENA) - Administración Técnica del Distrito de Riego Tumbes (ATDR-Tumbes). <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4324>.
- Kummerow, C., Simpson, J., Thiele, O., Barnes, W., Chang, A. T. C., Stocker, E., ...Ashcroft, P. (2000). The status of the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) after two years in orbit. *Journal of applied meteorology*, 39(12), 1965-1982. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(2001\)040<1965:TSOTTR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(2001)040<1965:TSOTTR>2.0.CO;2).
- Lavado-Casimiro, W & Espinoza, J. C. (2014). Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007). *Revista Brasileira de Meteorología*, 29(2), 171-182. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>.
- León, K. B. (2014). *Análisis Espacio - temporal de las precipitaciones y caudales durante los Eventos El Niño (1982-83 y 1997-98) en la Costa Norte Peruana* [tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional de la UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1866>.
- Liu, F., Zhao, Z., Yang, L., Ma, Y., Li, B., Gong, L., & Liu, H. (2020). Phreatic Water Quality Assessment and Associated Hydrogeochemical Processes in an Irrigated Region Along the Upper Yellow River, Northwestern China. *Water*, 12(2), 463. <https://doi.org/10.3390/w12020463>.
- López, C.C. (2018). Análisis de las características fisicoquímicas del agua subterránea de la cuenca del río Chicú, Colombia, usando indicadores hidroquímicos y estadística multivariante. *Ingeniería y Ciencia*, 14(28), 35-68. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.14.28.2>.
- Marandi, A., & Shand, P. (2018). Groundwater chemistry and the Gibbs Diagram. *Applied Geochemistry*, 97, 209-212. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2018.07.009>.
- Mariño, E.E. & García, R.F. (2018, Setiembre). Apuntes sobre Aplicaciones Ambientales de la Hidrogeoquímica. Consejo Hídrico Federal (COHIFE) de la Republica de Argentina. Disponible en: <http://www.cohife.org/advf/documentos/2019/09/5d6eebe415ac8.pdf>.
- Mayo, A. L., & Loucks, M. D. (1995). Solute and isotopic geochemistry and ground water flow in the central Wasatch Range, Utah. *Journal of Hydrology*, 172(1-4), 31-59. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(95\)02748-E](https://doi.org/10.1016/0022-1694(95)02748-E).
- Mechal, A., Birk, S., Dietzel, M., Leis, A., Winkler, G., Mogessie, A., Kebede, S. (2017). Groundwater flow dynamics in the complex aquifer system of Gidabo River Basin (Ethiopian Rift): a multi-proxy approach. *Hydrogeology. Journal*, 25, 519–538. <https://doi.org/10.1007/s10040-016-1489-5>.
- Meybeck, M. (1987). Global Chemical weathering of surficial rocks estimated from river dissolved loads. *American Journal of Science*, 287(5), 401-428. <https://doi.org/10.2475/ajs.287.5.401>.
- Mifflin, M. D. (1968). Delineation of ground-water flow systems in Nevada [Tesis de doctorado, University of Nevada, Reno, Estados Unidos]. ScholarWorks - Theses and Dissertations. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/11714/1519>.
- Minag (1986). *Estudio Hidrogeológico para el abastecimiento de agua con fines de riego en la quebrada Casitas - Bocapán*. Ministerio de Agricultura (Minag) - Dirección de Aguas Subterráneas y Proyectos (DSAP) - Convenio CORTUMBES-AFATER. <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2371>.



- OEFA (2016). *Identificación del pasivo ambiental del subsector hidrocarburos con código de Ficha OEFA F01693, ubicado en el distrito de Zorritos, provincia de Contralmirante Villar, departamento de Tumbes*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Informe N.º 0055-2016-OEFA/DE-SDCA-CIPASH.
- OEFA (2019). *Evaluación ambiental de la albufera Punta Balcones por presencia de Pasivos Ambientales del Subsector Hidrocarburos, durante el 2018*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Informe N.º 041-2019-OEFA/DEAM-SSIM.
- Palacios, O. (1994). Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla 1-a, 11-b, 10-a, 10-b, 9-a, 9-b, 8-b, 8-c, 7-c (Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional; n° 54). Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/175>.
- Piper, A. M. (1944). A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses. *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, 25(6), 914-928. <https://doi.org/10.1029/TR025i006p00914>.
- Pueyo, J. J. (1991). Genesis de formación evaporíticas: modelos andinos e ibéricos. Barcelona. Edicions Universitat Barcelona.
- Quincho, J. (2015). Estudio experimental del transporte de sedimentos en suspensión y fondo y comparación con fórmulas empíricas en los ríos Puyango Tumbes y Zarumilla [tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú]. Repositorio Institucional de la UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/918>.
- Rainwater, E.H. (1972). Petroleum geology: Yearbook of Science and Technology. McGraw-Hill 1972, 313-315
- Ravikumar, P., Somashekar, R. K., & Prakash, K. L. (2015). A comparative study on usage of Durov and Piper diagrams to interpret hydrochemical processes in groundwater from SRLIS river basin, Karnataka, India. *Elixir International Journal – Earth Science*, 80, 31073-31077. <http://eprints-bangaloreuniversity.in/id/eprint/4932>
- Rekha, V. B. (2013). A comparative study of the hydrological scenario of Peruvanthanam sub watershed and Valiyathodu sub watershed of Manimala River basin, Kerala, South India, Chapter 6: Ion Chemistry (pp. 75-83). [Tesis de doctorado en Ciencias Ambientales, Mahatma Gandhi University, Kerala, India]. Shodhganga: a reservoir of Indian theses. <http://hdl.handle.net/10603/25955>.
- Ringuelet, R. A. (1962). *Ecología Acuática Continental*. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Romero, A., González, E., Galán, E., & Aguila, E. (2003). Geoquímica de las aguas del drenaje ácido de la mina Peña del Hierro. In *Papel de las eflorescencias en la inmovilización de elementos trazas*. IV Congreso Ibérico de Geoquímica, Coimbra, Portugal, 252-255.
- Rudnick R.L. y Fountain D.M. (1995). Nature and composition of the Continental Crust: a lower crustal perspective. Now at Department of Earth and Planetary Sciences, Universidad de Harvard, Cambridge, Massachusetts.
- Rusydi, A. F. (2018, Febrero). Correlation between conductivity and total dissolved solid in various type of water: A review. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 118 012019 [Colloquium]. Global Colloquium on GeoSciences and Engineering, Bandung, Indonesia. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/118/1/012019>.



- Schoeller, H. (1977). Geochemistry of groundwater. In 'Groundwater Studies—an-International Guide for Research and Practice. UNESCO: Paris, 15, 1–18.
- Senahmi (2019). *BOLETIN CLIMATICO NACIONAL febrero 2019*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú - SENAHMI. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02215SENA-68.pdf>.
- Simler, R. (2020). *DIAGRAMMES : Logiciel d'hydrochimie multilingage en distribution libre* (versión 6.61) [software de computador]. Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon. <http://www.lha.univ-avignon.fr/>.
- Singh S., Raju N.J., & Ramakirshna, C. (2015). Evaluation of Groundwater Quality and Its Suitability for Domestic and Irrigation Use in Parts of the Chandauli-Varanasi Region, Uttar Pradesh, India. *Journal of Water Resource and Protection*, 7(7), 572-587. <http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2015.77046>.
- Srinivasamoorthy K., Gopinath M., Chidambaram S., Vasanthavigar M., & Sarma V.S. (2014). Hydrochemical characterization and quality appraisal of groundwater from Pungar sub basin, Tamilnadu, India. *Journal of King Saud University – Sciece*, 26(1), 37-52. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2013.08.001>.
- Stiff Jr, H.A. (1951). The interpretation of chemical water analysis by means of patterns. *Journal of Petroleum Technology*, 192, 376-379. <https://doi.org/10.2118/951376-G>.
- Stuyfzand, P. J. (1993). Hydrochemistry and hydrology of the coastal dune area of the Western Netherlands [Tesis de Doctorado, Vrije Universiteit Amsterdam, Países Bajos]. Buscador de documento de Vrije Universiteit Amsterdam. Disponible en: <https://research.vu.nl/en/publications/hydrochemistry-and-hydrology-of-the-coastal-dune-area-of-the-west>.
- Torres Rivera, S. (2012). Caracterización hidrogeoquímica y direcciones de flujo de agua subterránea en el acuífero de San Nicolas Tolentino [tesis de maestría, Universidad Autónoma de San Luis de Potosí]. Repositorio Institucional de la UASLP. <http://ninive.uaslp.mx/xmlui/handle/i/4098>.
- Torres-Rivera, S., Ramos-Leal, J.A., Moran-Ramírez, J., Torres-Hernández, J.R., Padilla-Sánchez, L., Carranco-Lozada, S.E., & García-Arreola, M.E. (2019). Hydrogeochemical characterization and quantification of the groundwater mixture in a hydrogeological basin of the middle zone of San Luis Potosí. *Geofísica Internacional*, 58(4), 247-258.
- Upland (2018). *Informe Técnico Sustentatorio del Proyecto de Reubicación de Plataformas de Perforación de 02 Pozos Exploratorios y 19 Pozos Confirmatorios del EIA de Perforación de 36 Pozos en la Fase de Exploración (6 Exploratorios y 30 Confirmatorios), en el Lote XXIII -Tumbes*. Upland Oil and Gas LLC, Sucursal del Perú.
- Walton, N.R.G. (1989). Electrical Conductivity and total dissolved solids-what is their precise relationship? *Desalination*, 72(3), 275-292. [https://doi.org/10.1016/0011-9164\(89\)80012-8](https://doi.org/10.1016/0011-9164(89)80012-8).

Comunidades Hidrobiológicas

- Dominguez, E. y Fernández, H.R. (eds.) (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología. (1a ed.) Fundación Miguel Lillo.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1.



Prat, N., Acosta, R. y Villamarín, C. (2012). Chironomidae (Diptera) de los Ríos Altoandinos de Ecuador y Perú: Clave para la determinación de los principales morfotipos larvarios. Grupo de Investigación F.E.M. Universidad de Barcelona.

Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>.

Flora silvestre

Brown, S. (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer* (Vol. 134). FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/docrep/w4095e/w4095e00.HTM>.

Camara Artigas, R. Olmo, F. & Barrera, C. (2013). Transect sampling of vegetation formations of phanerophytes and chamaephytes (MIFC) (II): Study of the savin juniper woods of the Doñana Biological Reserve (DBR) (Spain). *Estudios Geográficos*, 74(24), 89-114. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201304>.

Chave, J., Coomes, D., Jansen, S., Lewis, S. L., Swenson, N. G., & Zanne, A. E. (2009). Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*, 12(4), 351-366. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x>

Chave, J., Coomes, D., Jansen, S., Lewis, S. L., Swenson, N. G., & Zanne, A. E. (2009). Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*, 12(4), 351-366. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x>

Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P.M., Goodman, R.C., Henry, M. Martínez-Yrizar, A., Mugasha, W. A., Muller-Landau, H. C., Mencuccini, M., Nelson, B. W., Ngomanda, A., Nogueira, E. M., Ortiz-Malavassi, E.,...Vielledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global change biology*, 20(10), 3177-3190. <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>.

Cuadras, M. (2014). Nuevos Métodos de Análisis Multivariante. Barcelona: CMC Editions.

Cuentas Romero, M. A. (2015). El uso del espacio natural para el desarrollo del territorio: los bosques secos de algarrobo para las comunidades rurales en Lambayeque, 1985-2015. *Investiga Territorios*, (2), 105-118. Recuperado a partir de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/investigaterritorios/article/view/16090>.

De la Fuente, S. (2011). Análisis de correspondencias simples y múltiples. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Madrid-España.

Enquist, B. J., & Niklas, K. J. N. (2001). Invariant scaling relations across tree-dominated communities. *Nature*, 410, 655-660. <https://doi.org/10.1038/35070500>.

Espinosa, C.I., de la Cruz, M., L. Luzuriaga y A. Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas*, 21(1-2),167-179. <http://hdl.handle.net/10045/23856>.

Ferreya, R. (1983). Los tipos de vegetación de la costa peruana. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 40(1), 241-256. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2974704>.

Fisher, R. A., Corbet, A.S., & Williams, C.B. (1943). The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, 12(1), 42-58. <https://www.jstor.org/stable/1411>.



- Fredericksen, T. S., & 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. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00199-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00199-1).
- Gentry A. H. (1988). Tree species richness of upper Amazonian Forests. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 85, 156-159. <https://doi.org/10.1073/pnas.85.1.156>.
- Gentry, A. H. (1993). Overview of the Peruvian flora. En Brako L, Zarucchi JL. (Eds.). *Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru*. Missouri Botanical Garden, 45, 1-1286.
- Gentry, A. H. (1995). Diversity and floristics composition of Neotropical dry forests. En S. Bullock, H. Mooney, & E. Medina (Eds.). *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511753398.007>.
- Gillespie, T. W., & Walter, H. (2001). Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography*, 28(5), 651–662. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00575.x>
- 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/>
- Herbario de Plantas Neotropicales. Herbario Rapid Reference. (2019). [20 de octubre 2020]. Recuperado de: <https://plantidtools.fieldmuseum.org/es/rrc/5581>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (1870). *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC by Intergovernmental Panel on Climate Change (2007-09-10)*. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf
- International Union for Conservation of Nature. (2020). *The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org>
- Jensen, J. (2015). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective* (4th Revised ed. ed.). Pearson.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper and Row Publishers.
- Leal-Pinedo, J. M., & Linares-Palomino, R. (2005). Los bosques secos de la reserva de biosfera del noroeste (Perú): diversidad arbórea y estado de conservación/The dry forests of the Biosphere Reserve of Northwestern (Peru): Tree diversity and conservation status. *Caldasia*, 195-211.
- Lehmann, G. (1975). *Fotogrametría*. Google Books. https://books.google.com.pe/books?id=LrHda8Nw4QUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Linares-Palomino, R. (2004). Los bosques tropicales estacionalmente secos: II. *Arnaldoa*, 11(1), 103-138. <https://www.researchgate.net/publication/262102958>
- Linares-Palomino, R., & Ponce Alvarez, S. I. (2005). Tree community patterns in seasonally dry tropical forests in the Cerros de Amotape Cordillera, Tumbes, Peru. *Forest Ecology and Management*, 209(3), 261-272. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.02.003>



- Linares-Palomino, R., & Ponce-Alvarez, S. I. (2009). Structural patterns and floristics of a seasonally dry forest in Reserva Ecológica Chaparri, Lambayeque, Peru. *Tropical Ecology*, 50(2), 305. <https://www.researchgate.net/publication/253950010>
- Linares-Palomino, R., Kvist, L. P., Aguirre-Mendoza, Z., & Gonzales-Inca, C. (2010). Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation*, 19(1), 169-185. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9713-4>
- Louhaichi, M., Borman, M. M., & Johnson, D. E. (2001). Spatially Located Platform and Aerial Photography for Documentation of Grazing Impacts on Wheat. *Geocarto International*, 16(1), 65-70. <https://doi.org/10.1080/10106040108542184>
- Louman, B. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central* (Louman ed., Vols. 57-62). CATIE. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3971>
- MacDicken, K. G. (1997). *A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects*. Forest Carbon Monitoring Program. https://www.researchgate.net/publication/237434580_A_Guide_to_Monitoring_Carbon_Storage_in_Forestry_and_Agroforestry_Projects
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement* (1.a ed.). Princeton University Press, New Jersey.
- Mendoza, Z. A., Linares-Palomino, R., & Kvist, L. P. (2006). Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldia*, 13(2), 324-350. https://www.researchgate.net/publication/262103256_Especies_leñosas_y_formaciones_vegetales_en_los_bosques_estacionalmente_secos_de_Ecuador_y_Peru
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva* (1ra Ed. ed., Vol. 1). MINAM. https://geoservidor.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/memoria_descriptiva_cobertura_vegetal.pdf
- Monge, A. A. (1999). *Estudio de la Dinámica del Bosque Seco Tropical a Través de Parcelas Permanentes de Muestreo en el Parque Nacional Palo Verde*. G1 Polytechnic thesis. <https://researchportal.helsinki.fi/en/publications/study-of-the-dynamic-of-tropical-dry-forest-through-permanent-me>
- Monzón, M. (2011). Estructura y regeneración potencial de las especies arbóreas del bosque de neblina "Los Molinos", Ayabaca-Piura (Doctoral dissertation, Tesis para optar el título de biólogo. Universidad Nacional de Piura, Perú).
- More, A. (2002). Composición y estructura florística del hábitat de *Phytotoma raimondii* (TACZANOWSKI, 1883). "Cortarrama peruana" en el bosque seco de Talara. Undergraduate thesis, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Univ. Nacional de Piura.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (N.o 78). MyT-Manuales y Tesis SEA. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Mwima, P. M., & McNeilage, A. (2003). Natural regeneration and ecological recovery in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. *African Journal of Ecology*, 41(1), 93-98. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2028.2003.00420.x>
- Pacheco, C. & Pozzobon, E. (2006). Fotogrametría y fotointerpretación. Recuperado de [http://www.serbi.ula.ve/serbiula/librose/pva/Libros%20de%20PVA%20para%20libro%](http://www.serbi.ula.ve/serbiula/librose/pva/Libros%20de%20PVA%20para%20libro%20)



20digital/Manual%20fotogrametria.pdf

- Phillips, O., Miller, J. S., & Miller, J. S. (2002). *Global Patterns of Plant Diversity*. Amsterdam University Press.
- Phillips, O.L., Baker, T.R., Feldpausch, T.R., Brien R. (2009). RAINFOR Manual de campo para la remediación y establecimiento de parcelas, edición 2016 disponible en: <http://www.rainfor.org/es/manuales>.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>.
- R.V.M. (Ed.). (2006). *Plantas de la Amazonía Peruana: clave para identificar las familias de «Gymnospermae» y «Angiospermae»*. Trujillo: Museo de Historia Natural, 2006.
- Reynel, C., Pennington, T. D., Flores, R. T., & Daza, A. (2003). *Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos*. Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería.
- Sánchez, O., Kvist, L., & Aguirre, Z. (2006). Usos maderables y no maderables de los bosques secos de la provincia de Loja. *Lyonia*, 73-82. <https://www.forskningsdatabasen.dk/en/catalog/2389197971>
- Sagástegui, A. (1989). *Vegetación y Flora de la Provincia de Contumazá* (Vol. 76). Editorial Libertad E.I.R.L., ©1989.
- Smith, A. R., Pryer, K. M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H., & Wolf, P. G. (2006). A classification for extant ferns. *TAXON*, 55(3), 705-731. <https://doi.org/10.2307/25065646>
- Spichiger, R., Méroz, J., Loizeau, P., & Stutz de Ortega, L. (1990). *Contribución a la flora en la Amazonía peruana: los árboles del Arboretum de Jenaro Herrera*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Tacuri, E., Lupercio, L., Lupercio, G. & López M. (2017). Uso de imágenes de RPAS para generación de topografía a detalle. *Revista GEOESPACIAL*, 14(1), 32-42. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-geoespacial/article/view/1594/1235>
- The Angiosperm Phylogeny Group, Chase, M.W., Christenhusz, M.J.M., Fay, M.F., Byng, J.W., Judd, W.S., Soltis, D.E., Mabberley, D.J., Sennikov, A.N., Soltis, P.S., 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. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.
- V.M.R. (1997). *Flórula de las reservas biológicas de Iquitos*. Missouri Botanical Garden Press.
- Valerio, J. (1997). *Informe de Consultoría crecimiento y rendimiento. Documento técnico 51*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).
- Fauna silvestre**
- Albuja, L.H. (1999). *Murciélagos del Ecuador* (2ª ed.). Escuela Politécnica Nacional. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4812>.
- Álvarez, T. y Sánchez-Casas, N. (1999). Diferenciación alimentaria entre los sexos de *Glossophaga soricina* (Chiroptera: Phyllostomidae) en México. *Revista de Biología Tropical*, 47 (4), 1129-1136. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/19345>.
- Alzate-Gaviria, M., J. F. González-Maya & A. Botero Botero. (2016). Distribución geográfica y estado de conocimiento de las especies del género *Tamandua* (Xenarthra:



Myrmecophagidae) en Colombia. *Edentata* 17: 8–16.
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.EDENTATA-17-1.3.en>

AmphibiaWeb. (2020). Consultado el 12 de agosto de 2020.<https://amphibiaweb.org>

Anderson, M.J., Gorley, R.N., Clarke, K.S., Anderson, M., Gorley, R.N., Clarke, K., & Andersom, M. (2008). *PERMANOVA+ for PRIMER. Guide to software and statistical methods*.

Angulo, F. (2009). Los bosques secos del noroeste del Perú: una invitación a la reflexión. *Revista Xilema*. 50-53.
https://www.researchgate.net/publication/298069536_Los_bosques_secos_del_noroeste_del_Peru_una_invitacion_a_la_reflexion.

Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V., & La Marca, E. (2006). Técnicas de Inventario y Monitoreo para los anfibios de la región tropical andina (pp. 135–171). Conservation International. Serie Manuales de Campo N° 2.

Ascorra, C.F., D.E. Wilson y M. Romo. (1991). Lista anotada de los quirópteros del Parque Nacional Manu, Perú. *Publicaciones del Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, (A), 42:1-14.
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/886/253T20130008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

García-Bravo, A., Begazo, A., & Angulo, F. (2012). Primer registro del Pato Crestado (*Sarkidiornis melanotos*) en los Andes de Ayacucho. En *Boletín Informativo de la Unión de Ornitólogos del Perú (UNOP)*, 7(2), 37-39. <https://boletinunop.weebly.com/>.

Berlanga Robles, C. A., García Campos, R. R., López Blanco, J., & Ruiz Luna, A. (2010). Patrones de cambio de coberturas y usos del suelo en la región costa norte de Nayarit (1973-2000). *Investigaciones geográficas*, (72), 7-22.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56919174002>.

Bibby, C, Burgers N, y Hill, D. (1993). *Bird Census Techniques*. Academic Press, Cambridge.
<https://doi.org/10.1016/C2009-0-03531-4>

Boddicker, M.; Rodríguez, J. & Amanzo, J. (2002). Indices for assessment and monitoring of large mammals with in an adaptive management framework. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76: 105–123.
<https://doi.org/10.1023/A:1015225022101>

BPZ (2010). *Estudio de Impacto Ambiental (EIA) proyecto de perforación de pozos en el Lote XXIII región Tumbes. Vol. 1*.

BPZ (2015). *Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el «Proyecto de Perforación de 23 Pozos Exploratorios y 92 Pozos Confirmatorios de Petróleo y Gas, en el Lote XXIII – Región Tumbes»*.

Caro, Tatianna & O'Doherty, Gillian. (1999). On the Use of Surrogate Species in Conservation Biology. *Conservation Biology*, 13. 805 - 814.
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98338.x>

Chao, A., Gotelli, NJ, Hsieh, TC, Sander, EL, Ma, KH, Colwell, RK y Ellison, AM (2014). Rarefacción y extrapolación con números de Hill: un marco para el muestreo y la estimación en estudios de diversidad de especies. *Monografías ecológica*, 84 (45–67). <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>.

Chávez, C., De la Torre, J., Bárcenas, H., Medellín, R., Zarza, H y Ceballos, G. (2013). Manual de fototrampeo para estudios de fauna silvestre. El jaguar en México como



estudio de caso. *Alianza WWF-Telcel*.

Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2006). *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. Plymouth: PRIMER-E. (version 6.0). [software]. Primer.

https://www.researchgate.net/publication/235425881_Primer_v6_User_ManualTutorial

Colwell, R. K. (2013). *Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. (Version 9.1). [software]. EstimateS.

<http://purl.oclc.org/estimates>.

Convención Internacional para el Comercio de especies de Fauna y Flora en Peligro - CITES. (2019). *Apéndices I, II y III*. Consultado el 10 de agosto de 2020. <https://cites.org/eng/app/appendices.php>.

Convention on Migratory Species - CMS. (2015). *Appendices I & II*. Consultado el 10 de agosto de 2020. <https://www.cms.int/en/species/appendix-i-ii-cms>.

Cossíos D., F. Beltrán, M. Bennet, N. Bernal, U. Fajardo & M. Lucherini. (2007). Manual de metodologías para relevamiento de carnívoros Alto Andinos. Alianza Gato Andino. <https://gatoandino.org/biblioteca/>.

Crump, M. L., & 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.

Cuadras, M. (2014). Nuevos Métodos de Análisis Multivariante. *Barcelona: CMC Editions*. https://www.academia.edu/8119269/NUEVOS_M%C3%89TODOS_DE_AN%C3%81LISIS_MULTIVARIANTE.

De la Fuente, S. (2011). Análisis de correspondencias simples y múltiples. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Madrid-España. <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/REDUCIR-DIMENSION/CORRESPONDENCIAS/correspondencias.pdf>

Presidencia de la República. (2014, 8 de abril). Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI. *Por el cual aprueban la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas*. Ministerio de Agricultura y Riego. Diario oficial El Peruano 520497. <http://minagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2014/10837-decreto-supremo-n-004-2014-minagri>

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*. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31415/240.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Eisenberg, J. F. y Redford, K. H. (1999). *Mammals of the neotropics* (vol 3). The University of Chicago Press, USA.

Emmons, L. & Feer, F. (1997). Neotropical rainforest mammals: a field guide. (2.^a ed.) University of Chicago Press.

Escobedo T. M. (2015). Mamíferos/mammals. Pp. 142-151, 320-328, y/and 472-485 en Pitman, N., C. Vriesendorp, L. Rivera Chávez, T. Wachter, D. Alvira Reyes, Á. del Campo, G. Gagliardi-Urrutia, D. Rivera González, L. Trevejo, D. Rivera González y/and



- S. Heilpern, (eds). Perú: Tapiche-Blanco. Rapid Biological and Social Inventories Report 27. The Field Museum, Chicago.
- Escribano-Ávila, G., Pías, B., Escudero, A., & Virgós, E. (2015). Importancia ecológica de los mamíferos frugívoros en la dinámica de regeneración de campos abandonados en ambientes mediterráneos. *Ecosistemas*, 24(3),35-42. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4591.7524>
- Fahrig, L. y Nuttle, W. (2005). Population ecology in spatially heterogeneous environments. En: G. M. Lovett, C. G. Jones, M. G. Turner & K. C. Weathers (eds.). *Ecosystem Function in Heterogeneous Landscapes—Science*.
- Finegan, B; Hayes, J; Delgado y D; Gretzinger, S. (2004). Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico: Una guía para operadores y certificadores con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/6168>.
- Fjeldsa J. & N. Krabbe. (1990). Birds of the high Andes. Zoological Museum, University of Copenhagen and Apollo Books, Copenhagen.
- Fleishman, E., Murphy, D. D., & Blair, R.B. (2001). Selecting effective umbrella species. *Conservation in Practice*. 2(2), 17-23. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4629.2001.tb00007.x>.
- Franco, A. M., Amaya-Espinell, J. D., Umaña, A. M., Baptiste M. P., & Cortés, O. (2009). *Especies focales de aves de Cundinamarca: estrategias para la conservación*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/31391>.
- Franke, I., Nolazco, S. & León, F. (2014, 22 de enero). *Evaluación de la avifauna en la zona Altoandina I. Aspectos Generales y Métodos de Evaluación*. Aves, Ecología y Medio Ambiente. http://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2014/02/evaluacion-de-la-avifauna-en-la-zona_22.html.
- Frost, D. R. (2020). *Amphibian species of the world: an online reference* (version 6.1). American Museum of Natural History. <http://doi.org/10.5531/db.vz.0001>.
- García, A., & Cabrera-Reyes, A. (2008). Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 24(3), 91–115. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57524307>.
- Gaston, K. J. (1996). Species richness: measure and measurement. En *Biodiversity, a biology of numbers and difference* (pp.77-113). Blackwell Science Ltd.
- Gillespie, T. W. (2000). Rarity and conservation of forest birds in the tropical dry forest region of Central America. *Biological Conservation*, 96(2), 161-168. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00063-X](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00063-X).
- Gotelli, N. J. (2008). *A primer of ecology* (4ta Ed.). Sinauer Associates.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). *PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis* (versión 3.25) [software de computador]. Paleontological Electrónica. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Hice, C. L. y Velasco, P. M. (2013). Relative effectiveness of several bait and trap types for assessing terrestrial small mammal communities in Neotropical rainforest. *Occasional Papers. Museum of Texas Tech University*, 316,1-15. <https://www.depts.ttu.edu/nsrl/publications/occasional-papers.php>.
- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*,



54(2), 427–432. <https://doi.org/10.2307/1934352>

- Hsieh, T. C., Ma, K. H. & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>.
- IUCN. (2020). *The IUCN Red List of Threatened Species (Version 2020-2)* [base de datos]. International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/>.
- Jansen, A (2005) Avian use of restoration plantings along a creek linking rainforest patches on the Atherton Tablelands, North Queensland. *Restoration Ecology*, 13(2), 275-283. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00035.x>.
- Jayapal, R., Qureshi, Q., & Chellam, R. (2009). Importance of forest structure versus floristics to composition of avian assemblages in tropical deciduous forests of Central Highlands, India. *Forest Ecology and Management*. 257(11), 2287-2295. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.03.010>.
- Jiménez-Valverde, A., & 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. http://sea-entomologia.org/PDF/RIA_8/R08-024-151.pdf.
- Jones, C., W. McShea, M. Conroy y T. Kunz. (1996). Capturing Mammals. En *Measuring and Monitoring Biological Diversity - Standard Methods for Mammals* (pp. 115-155, D. E. Wilson, F. Russell Cole, J. D. Nichols, R. R., & M. S. Soster, Eds). <https://www.smithsonianbooks.com/store/science-nature/measuring-monitoring-biological-diversity-stan/>.
- Jost, L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 88(10), 2427–2439. <https://doi.org/10.1890/06-1736.1>.
- Kattan, G. H., Álvarez-López, H., & Giraldo, M. (1994). Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology*, 8(1), 138-146. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08010138.x>
- Kattan, G. H, Serrano, V. H., & Aparicio, A. (1996). Aves de Escalete: Diversidad, estructura trófica y organización social, *Cespedesia*, 21(68) 9-27. <https://www.inciva.gov.co/cespedesia>.
- Klein, C., & Morales, D. (2002). Consideraciones metodológicas al establecer parcelas permanentes de observación en bosque natural o plantaciones forestales. *Revista Forestal Centroamericana*, (39-40), 6-12. <http://hdl.handle.net/11554/5953>.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology* (2.^a ed.). Harper and Row.
- Lajo-Salazar, L., León de Castro, M. W., & Vásquez, P. (2018). Caracterización de la ubicación de madrigueras de *Simosciurus neboxii* en un área urbana de Lima, Perú. *Revista Forestal del Perú*, 33(2), 147 – 164. <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v33i2.1227>.
- Leaño, C., & Saravia, P. (1998). *Monitoreo de parcelas permanentes de medición en el bosque Chimanes* (Documento Técnico 67/1998). Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR, USAID, Bolivia.
- Leal-Pinedo, J. M., & Linares-Palomino, R. (2005). Los bosques secos de la reserva de biosfera del noroeste (Perú): diversidad arbórea y estado de conservación. *Caldasia*, 27(2), 195-211. <http://www.bdigital.unal.edu.co/37479/>.
- Leite Pitman R., Gomes de Oliveira, T., Cunha de Paula, R., & Indrusiak, C. (2002). Manual



de Identificação, Prevenção e Controle de Predação por Carnívoros. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos recursos naturais renováveis. DITEC.

- León, K.B. (2014). Análisis Espacio - temporal de las precipitaciones y caudales durante los Eventos El Niño (1982-83 y 1997-98) en la Costa Norte Peruana [tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional de la UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1866>.
- Leyte-Manrique, A., Morales-Castorena, J. P., & Escobedo-Morales, L. A. (2016). Variación estacional de la herpetofauna en el cerro del Veinte, Irapuato, Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 150–155. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.002>.
- Linares-Palomino, R.A. (2004). Los bosques tropicales estacionalmente secos: II. Fitogeografía y Composición Florística. *Arnaldoa*, 11(1), 103-138.
- Linares-Palomino, R., Kvist, L. P., Aguirre-Mendoza, Z., & Gonzales-Inca, C. (2010). Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation*, 19(1), 169–185. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9713-4>.
- Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A. T., & Pennington, R. T. (2011). Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism, and biogeography of woody plants. In *Seasonally dry tropical forests* (pp. 3-21). Island Press, Washington, DC. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-021-7_1.
- Loaiza, C. R. (2010). Primer registro de *Artibeus fraterculus* (Chiroptera: Phyllostomidae) en una zona de matorral húmedo montano en la provincia de Loja, Ecuador. *Boletín Técnico 9, Serie Zoológica* 6:78–84. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/viewFile/1430/1018>.
- Loiselle, B., & Blake, J. (1992). Population Variation in a Tropical Bird Community. *BioScience*, 42(11), 838-845. doi:10.2307/1312083
- Londoño, C. F., Ramírez, G., Arias, J. C., Posada, J. A., Sierra, O. R., Corbacho, M., ... & Correa, M. A. (2006). Avifauna de la Universidad de Antioquia: aves y pájaros de Ciudad Universitaria. Centro de investigaciones de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Loya-Carrillo, J. O., Aguilar-Estrada, S. A., Bravo-Peña, L. C., & Sánchez-Flores, E. (2013). Evaluación espacio-temporal del impacto del crecimiento urbano sobre la cobertura vegetal en la región fronteriza Nogales, México y Arizona, Estados Unidos, durante el periodo 1995-2010. *Revista Latinoamericana De Recursos Naturales*, 9(1), 124-140. <http://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/220>
- Mackinnon, S. y Phillips, K. (1993). A field guide to the birds of Borneo, Sumatra, Java and Bali. Oxford University Press.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press.
- Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. 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 (2019). Guía de Evaluación del Estado de Ecosistemas de Bosque seco: Bosque Estacionalmente Seco de Llanura, Bosque Estacionalmente Seco de Colina y Montaña. MINAM: Lima, Perú.

Mittermeier, R. A., Robles Gil, P., Hoffman, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Goettsch Mittermeier, C., Lamoreux, J. y Da Fonseca, G. A. B. (2005). Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions. Conservation International.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (1.ª ed., vol. 1). M&T-Manuales y Tesis SEA.

Muñoz-Pedreros, A. y Yañez, J. (2000). Mamíferos de Chile. Ediciones CEA.

Murphy, P. G. y Lugo, A. E. (1986). Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 17:67-88. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.000435>

Nichols, J. D., Bailey, L. L., O'Connell, A. F., Jr., Talancy, N. W., Campbell-Grant, E. H. y Gilbert, A. T. (2008). Multi-scale occupancy estimation and modeling using multiple detection methods. *Journal of Applied Ecology*, 45, 1321–1329. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01509.x>

Odum, E. P. (1972). Ecología (3.ª ed.). Nueva Editorial Interamericana S.A.

Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H. y Wagner, H. (2017). *Vegan: Community ecology package* (versión 2.5-6) [software de computador]. R Development Core Team. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

Osorio, B. (2019). *Diversidad de aves como indicador de la calidad ambiental del bosque de protección Pui Pui y zona de amortiguamiento, de la microcuenca Kitihuarero, del distrito de Pichanaqui* [tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Selva]. Repositorio Institucional de la UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1630>

Palacios, R. (2007). *Manual para identificación de carnívoros andinos*. Alianza Gato Andino. <https://gatoandino.org/biblioteca/>.

Pacheco, V. (2002). Mamíferos del Perú. *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. CONABIO-UNAM, 503-550.

Pacheco, V., Cadenillas, R., Salas, E., Tello, C., & Zeballos, H. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 16(1), 5-32. <https://doi.org/10.15381/rpb.v16i1.111>.

Perfecto, I. Vandermeer, J. y Wright, A. (2009). Nature's matrix: linking agriculture, conservation, and food sovereignty. Earthscan London, Sterling, VA.

Peters, J. A., & Donoso-Barros, R. (1970). Catalogue of the Neotropical Squamata. Part. II: Lizards and Amphisbaenians (297th ed.). Bulletin of the United States National Museum.

Plenge, M. A. (2020). Lista de las Aves de Perú. Recuperado en <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>.

Polanco, J; Duque, A; Giraldo, D; Granada, J y Marín, O. (2015). Efectividad de las redes de niebla para determinar la riqueza de aves en un bosque montano de los andes centrales (salento, quindío, colombia). *Rev. Invest. Univ. Quindío. (Col.)*. 27. 75.



<https://doi.org/10.33975/riuq.vol27n1.28>.

- Portillo-Quintero, C. A., & Sánchez-Azofeifa, G. A. (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation*, 143(1), 144–155. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.09.020>.
- Quintana, H. y Pacheco, V. (2007). Identificación y distribución de los murciélagos vampiros del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental de Salud Pública*, 24 (1), 81-88.
- Ralph, C, Geupel, G, Pyle, T, Martin, T, De Sante, D, y Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albano, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>.
- Redford K. & Eisenberg J. (1992). Mammals of the Neotropics. The southern cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. The University of Chicago Press, Illinois 2: 1-430.
- Remsen, J., Areta, J., Cadena, C., Claramunt, S., Jaramillo, A., Pacheco, J. y Zimmer, K. (2018). A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- Renjifo, L. M. (1999). Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation Biology*, 13(5), 1124-1139. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98311.x>.
- Rodríguez, L. O., Córdova, J. H., & Icochea, J. (1993). Lista preliminar de los anfibios del Perú. *Publicaciones Del Museo de Historia Natural, UNMSM (A)-Zoología*, 45, 1–22. https://museohn.unmsm.edu.pe/pub_zoo.html.
- 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 y SI/MAB Series 6. Conservation International, Washington, D.C. Pp. 117-126.
- Romo M. C. (1995). Food habits of the Andean fox (*Pseudalopex culpaeus*) and notes on the mountain cat (*Felis colocolo*) and puma (*Felis concolor*) in the Rio Abiseo National Park, Peru. *Mammalia*, 59(3), 335-343. <https://doi.org/10.1515/mamm.1995.59.3.335>.
- Ron, S. R., Merino-Viteri, A., & Oetiz, D. A. (2019). Anfibios Del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/>
- Sampedro, A., C. M. Martínez, Y. L. Otero, L. M. Santos, S. Osorio y A. M. Mercado. (2008). Presencia del murciélago casero (*Molossus molossus* Pallas, 1776) en la ciudad de Sincelejo, departamento de Sucre, Colombia. *Caldasia*, 30(2), 495-503. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39184>.
- Sanchez-Azofeifa, G.A., Quesada, M., Rodriguez, J.P., Nassar, J.M., Stoner, K. E., Castillo, A., Garvin, T., Zent, E. L., Calvo-Alvarado, J. C., Kalacska, M. E. R., Fajardo, J. L., Gamon, J. A., Cuevas-Reyes, P. (2005). Research Priorities for Neotropical Dry Forests. *Biotropica*, 37(4), 477-485. <https://doi.org/10.1046/j.0950-091x.2001.00153.x-11>.
- Seminario, M., Castillo, H., Zelada-Estraver, W. y Pollack, I. (2017). Distribución y densidad poblacional de *Incaspiza pulchra*.



- 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.
- Servicio Nacional de Áreas Protegidas por el Estado - SERNANP. (2015). Parque Nacional Cerros de Amotape. <http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/noticia.jsp?ID=2552>
- Simmons N.B. y R.S. Voss. (1998). The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna. Part 1. Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 237, 1-219.
- Simmons, N. B., Voss, R. S., & Peckham. H. C. (2000). The bat fauna of the Saül region, French Guiana. *Acta Chiropterologica*. 2(1), 23–36.
- Schulenberg, T.S.; Stotz, D.F., Lane, D.F.; O'Neill, J. P.& Parker III, T. A. (2010). Aves de Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Centro de Ornitología y Biodiversidad-CORBIDI. Lima, Perú.
- Soler, J. (2005). "Cursd'introducció a la ornitologia". Volcam i Fundació La Caixa.
- Stattersfield, A. J., M. J. Crosby, A. J. Long, & D. C. Wege. (1998). Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation. Bird Life Conserv. Ser. no. 7. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Stotz, D.F., Fitzpatrick, J. W., Parker, T.A. & Moskovits, D. K. (1996). Neotropical birds: ecology and conservation: Chicago, EE.UU. Chicago University Press.
- Terborgh J., Estes J., Paquet P., Ralls K., Boyd-Heger D., Miller B. & Noss R. (1999). The role of top carnivores in regulating terrestrial ecosystems. Pag 39-64 en: Continental Conservation: Scientific Foundations of Regional Reserve Networks (M.E. Solé y J. Terborgh, eds). Island press, Washington, 227 pp.
- Tirira, D. (2007). Guía de campo de los Mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 6.
- Tobler MW. (2013) Camera Base 1.6. Recuperado de <http://www.atrium-biodiversity.org/tools/camerabase/>
- Torres-Carvajal, O., Pazmiño-Otamendi, G., & Salazar-Valenzuela, D. (2020). Reptiles de Ecuador. Version 2020.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/>
- Uetz, P., Freed, P., & Hošek, J. (2019). The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org>
- Ugalde-Lezama, S., Alcántara-Carbajal, J. L., Tarango-Arámbula, L. A., Ramírez-Valverde, G., & Mendoza-Martínez, G. D. (2012). Fisonomía vegetal y abundancia de aves en un bosque templado con dos niveles de perturbación en el Eje Neovolcánico Transversal. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(1), 133-143. <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.1.1135>.
- Valqui, T. (2006). Perú "Edén Natural de Aves". Editorial Graph & Consult. 200 pag.
- Vásquez, R. (1995). Árboles de la Amazonía Nor Oriental del Perú: Diversidad, Destrucción y Conservación. *Arnaldoa*, 3(2), 73–86.
- Vázquez-Pérez, J. R., Enríquez P. L., Rangel-Salazar, J. L. (2009). Diversidad de aves rapaces diurnas en le Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(1), 203-209. <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.001.575>.



- Venegas, P. J. (2005). Herpetofauna del Bosque Seco Ecuatorial de Perú: Taxonomía, Ecología y Biogeografía. *Zonas Áridas*, 9(1), 9–24. <http://dx.doi.org/10.21704/za.v9i1.565>.
- Vogel, H. F., Pujals, A., & Zawadzki, C. H. (2012). La Selectividad de las redes de niebla para la captura de zorzales: un estudio en el sur de Brasil. Mist-nets selectivity for catching of thrushes: a study in Southern Brazil. *Ambiência Guarapuava (PR)*, 8(3), 931 – 937. <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/1724>.
- Voss, R y L. Emmons. (1996). Mammals diversity in Neotropical lowland rainforest: A preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*.
- Voss, R. S.; Lunde, D. P. & Simmons, N. B. (2001). The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna. Part 2. Nonvolant species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 263,1-236.
- Whittaker RH. (1965). Dominance and diversity in land plant communities: numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution. *Science*, 147(3655), 250–260. <https://doi.org/10.1126/science.147.3655.250>.