



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA TURISMO

**EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE TRES
SITIOS DE VISITA DEL ATRACTIVO TURÍSTICO LAGUNA DE
COLTA MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

LICENCIADA EN TURISMO

AUTORA:

EVELYN ESTEFANIA RODRIGUEZ TISCAMA

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA TURISMO

**EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE TRES
SITIOS DE VISITA DEL ATRACTIVO TURÍSTICO LAGUNA DE
COLTA MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

LICENCIADA EN TURISMO

AUTORA: EVELYN ESTEFANIA RODRIGUEZ TISCAMA

DIRECTOR: ING. PATRICIO XAVIER LOZANO RODRIGUEZ, MSc.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Evelyn Estefania Rodriguez Tiscama

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Evelyn Estefania Rodriguez Tiscama, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 17 de mayo de 2024



Evelyn Estefania Rodriguez Tiscama

175079856-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA TURISMO

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE TRES SITIOS DE VISITA DEL ATRACTIVO TURÍSTICO LAGUNA DE COLTA MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**, realizado por la señorita: **EVELYN ESTEFANIA RODRIGUEZ TISCAMA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Erica Estefanía Andino Peñafiel, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2024-05-17

Ing. Patricio Xavier Lozano Rodriguez, MSc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-05-17

Lcda. Sulaya Betsabe Bayancela Delgado, MSc.
ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-05-17

DEDICATORIA

A mi abuelo Laurencio, quien desde el cielo me ha guiado durante todo el proceso, pues él estuvo en aquellos momentos en donde deseaba rendirme. A mi madre Mariana quien día tras día me daba ánimos, a pesar de estar lejos siempre estuvo para escuchar sobre mis logros y problemas diarios. A mi hermana mayor Elizabeth quien me enseñó el valor del esfuerzo de sacar una carrera adelante a pesar de no estar juntas. A mi padre Santiago quien fue un pilar importante en el desarrollo de este trabajo de integración curricular. Y a mi hermana menor Doménica quien a pesar de tener su discapacidad me enseñó a valorar las cosas más pequeñas, siendo ella la que me sacaba una sonrisa día tras día, dándome así valentía para enfrentar todos mis problemas.

Evelyn

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia quien fue parte de todo el proceso académico, formando así esa calidad humana dentro mí. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme abierto las puertas y ser mi segundo hogar. A mis docentes quienes me impartieron todo el conocimiento académico necesario para sacar adelante la carrera, en especial a aquellos quienes me vieron llorar y reír durante todo el proceso. Y a mi director de tesis quien con paciencia y esmero me guio para el desarrollo de mi trabajo de integración curricular.

Evelyn

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
RESUMEN.....	xix
SUMMARY / ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	5
1.3. Justificación.....	5
1.4. Delimitación.....	7
1.5. Objetivos.....	7
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	7
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	8

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Turismo.....	9
2.1.1. <i>Modalidades de turismo</i>	9
2.2. Sistema turístico.....	10
2.2.1. <i>Atractivos turísticos</i>	11
2.3. Monitoreo turístico.....	12
2.3.1. <i>Indicadores de monitoreo turístico</i>	12
2.4. Desarrollo turístico.....	14

2.5.	Ecosistemas acuáticos	14
2.5.1.	<i>Ecosistemas acuáticos lentos</i>	14
2.6.	Biodiversidad	15
2.6.1.	<i>Análisis de biodiversidad</i>	15
2.6.2.	<i>Índices de biodiversidad</i>	16
2.7.	Macroinvertebrados acuáticos	18
2.7.1.	<i>Taxonomía</i>	19
2.8.	Indicadores biológicos	20
2.8.1.	<i>Biological Monitoring Working Party Colombia (BMWP/COL)</i>	20
2.8.2.	<i>Índice Average Score Per Taxon (ASPT)</i>	22
2.8.3.	<i>Índice Biológico Andino (ABI)</i>	22
2.9.	Monitoreo ecológico	24
2.9.1.	<i>Indicadores de monitoreo ecológico</i>	25
2.10.	Normativa para uso estético y recreativo del agua	29
2.10.1.	<i>Uso recreativo</i>	30
2.10.2.	<i>Uso estético</i>	31
2.10.3.	<i>Uso para la conservación de vida acuática</i>	32
2.11.	Medidas de manejo ambiental	32
2.12.	Planificación para la conservación de áreas	33
2.12.1.	<i>Análisis de amenazas y oportunidades para un valor de conservación</i>	33
2.12.2.	<i>Estrategias de manejo</i>	35
2.12.3.	<i>Programas de manejo</i>	36
2.12.4.	<i>Proyectos</i>	37
2.12.5.	<i>Actividades</i>	38
2.13.	Marco lógico	38
2.14.	Perfil de estrategias	38
2.15.	Propuesta de financiamiento	38

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	40
3.1.	Monitorear la condición turística y ambiental de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta	40

3.1.1. <i>Caracterización del atractivo turístico laguna de Colta</i>	40
3.1.2. <i>Monitoreo de la condición turística</i>	42
3.1.3. <i>Monitoreo de la condición ambiental</i>	44
3.1.4. <i>Análisis del cumplimiento de los criterios de calidad del agua según la normativa TULSMA</i>	55
3.2. Analizar la biodiversidad de las comunidades de macroinvertebrados de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta	57
3.2.1. <i>Índices Alpha</i>	57
3.2.2. <i>Índices Beta</i>	60
3.2.3. <i>Índices biológicos</i>	61
3.3. Formular medidas de manejo ambiental para conservar y aprovechar el atractivo turístico laguna de Colta	64
3.3.1. <i>Análisis de amenazas del objeto de conservación</i>	65
3.3.2. <i>Identificación de estrategias para el objeto de conservación</i>	66
3.3.3. <i>Consolidación de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación</i> ...	66
3.3.4. <i>Perfil de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación</i>	66
3.3.5. <i>Propuesta de financiamiento de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación</i>	67

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	68
4.1. Monitorear la condición ambiental y turística de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta	68
4.1.1. <i>Caracterización del atractivo turístico</i>	68
4.1.2. <i>Resultados del monitoreo condición turística</i>	77
4.1.3. <i>Resultado del monitoreo condición ambiental</i>	84
4.1.4. <i>Análisis de cumplimiento de criterios de calidad de agua según TULSMA</i>	95
4.1.5. <i>Análisis de correspondencia canónica (ACC)</i>	98
4.2. Analizar la biodiversidad de las comunidades de macroinvertebrados de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta	102

4.2.1. <i>Índices Alpha</i>	102
4.2.2. <i>Índices beta</i>	130
4.2.3. <i>Índices biológicos</i>	136
4.3. Formular medidas de manejo ambiental para conservar y aprovechar el atractivo turístico laguna de Colta.....	164
4.3.1. <i>Análisis de amenazas del objeto de conservación</i>	164
4.3.2. <i>Identificación de estrategias para el objeto de conservación</i>	165
4.3.3. <i>Consolidación de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación</i> .	166
4.3.4. <i>Perfil de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación</i>	167
4.3.5. <i>Propuesta de financiamiento de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación</i>	186

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	187
5.1 Conclusiones	187
5.2 Recomendaciones	190

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Elementos del sistema turístico	10
Tabla 2-2: Descripción de las cinco clases de calidad de agua para los valores de BMWP/Col21	
Tabla 2-3: Puntajes para las diferentes familias bajo la metodología adaptada al BMWP/Col. 21	
Tabla 2-4: Rangos, valores y clasificación cualitativa/cuantitativa del índice biótico ASPT	22
Tabla 2-5: Puntuaciones para el Índice Biológico Andino del ABI con sus diferentes familias y ordenes	23
Tabla 2-6: Descripción de la calidad del agua en base al índice ABI.....	24
Tabla 2-7: Descripción de parámetros físicos del agua	25
Tabla 2-8: Descripción de parámetros químicos del agua	27
Tabla 2-9: Descripción de parámetros de microbiología del agua.....	28
Tabla 2-10: Descripción de los criterios de calidad del agua para fines recreativos por contacto primario.....	30
Tabla 2-11: Descripción de los criterios de calidad del agua para fines recreativos por contacto secundario	31
Tabla 2-12: Descripción de los criterios de calidad para uso estético	31
Tabla 2-13: Descripción de los criterios de calidad del agua del uso para la conservación de vida acuática en aguas dulces y marinas/estuarios.....	32
Tabla 3-1: Corte longitudinal y descripción geográfica de la laguna de Colta	41
Tabla 3-2: Indicadores para el monitoreo de la condición turística	42
Tabla 3-3: Indicadores de muestreo según TULSMA	44
Tabla 3-4: Metodología para la obtención de parámetros físicos del agua en campo	46
Tabla 3-5: Metodología para la obtención de parámetros físicos del agua en laboratorio.....	47
Tabla 3-6: Metodología para la obtención de parámetros químicos del agua en laboratorio	48
Tabla 3-7: Metodología para la obtención de parámetros de microbiología.....	50
Tabla 3-8: Técnicas para la colecta de macroinvertebrados	52
Tabla 3-9: Parámetros de permisibilidad para uso estético.....	55
Tabla 3-10: Parámetros de permisibilidad para uso recreativo	56
Tabla 3-11: Parámetros de permisibilidad para preservación de la vida acuática.....	56
Tabla 3-12: Índices de diversidad ecosistémica.....	57
Tabla 3-13: Valores de biodiversidad para el índice de Shannon-Weaver	58
Tabla 3-14: Clasificación de aguas contaminadas	58
Tabla 3-15: Valores de diversidad para el índice de Simpson	59
Tabla 3-16: Valores de diversidad para el índice de Margalef	59

Tabla 3-17: Puntaje para las familias de macroinvertebrados mediante el índice BMWP/Col .	61
Tabla 3-18: Determinación de la calidad del agua por medio de BMWP/Col.....	62
Tabla 3-19: Clasificación del agua según el índice de puntuación promedio por taxa ASPT ...	62
Tabla 3-20: Puntuaciones para las familias de macroinvertebrados	63
Tabla 3-21: Rangos para calidad del agua según el índice ABI	64
Tabla 3-22: Proceso metodológico para la identificación de elementos del PCA	65
Tabla 4-1: Facilidades en el entorno de la laguna de Colta	70
Tabla 4-2: Señalética en el atractivo turístico laguna de Colta.....	71
Tabla 4-3: Resultados obtenidos sobre el indicador material de origen antrópico	78
Tabla 4-4: Resultados del indicador COE para condición turística	79
Tabla 4-5: Resultados del indicador color para condición turística	79
Tabla 4-6: Resultados del indicador CAO para condición turística.....	80
Tabla 4-7: Resultados del indicador STBO para condición turística	80
Tabla 4-8: Resultados del indicador STBI para condición turística.....	82
Tabla 4-9: Resultados del indicador alteración de la vegetación para condición turística.....	83
Tabla 4-10: Resultados del indicador actividades antrópicas que cambian el paisaje	84
Tabla 4-11: Resultados de temperatura ambiente y humedad relativa dentro de los sitios de muestreo de la laguna de Colta	85
Tabla 4-12: Parámetros físicos, químicos y de microbiología para los tres sitios de visita de la laguna de Colta.....	88
Tabla 4-13: Análisis de macroinvertebrados identificados en la línea base	89
Tabla 4-14: Análisis de macroinvertebrados identificados en el monitoreo 1	91
Tabla 4-15: Análisis de macroinvertebrados identificados en el monitoreo 2	92
Tabla 4-16: Análisis de macroinvertebrados identificados en el monitoreo 3	94
Tabla 4-17: Evaluación de los parámetros establecidos según el TULSMA (fines recreativos/uso estético y preservación de vida acuática)	97
Tabla 4-18: Cálculo del índice Shannon por fecha de monitoreo	103
Tabla 4-19: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver.....	103
Tabla 4-20: Cálculo del índice Shannon por fecha de monitoreo	104
Tabla 4-21: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver.....	104
Tabla 4-22: Cálculo del índice Shannon por fecha de monitoreo	105
Tabla 4-23: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver.....	105
Tabla 4-24: Cálculo del índice Shannon por fecha de monitoreo	106
Tabla 4-25: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver.....	106
Tabla 4-26: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el conjunto de sitios para línea base	107
Tabla 4-27: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver.....	107

Tabla 4-28: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el conjunto de sitios del monitoreo 1	108
Tabla 4-29: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver	108
Tabla 4-30: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el conjunto de sitios del monitoreo 2	109
Tabla 4-31: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver	109
Tabla 4-32: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el conjunto de sitios del monitoreo 3	109
Tabla 4-33: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver	110
Tabla 4-34: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el sitio de visita 7B1	110
Tabla 4-35: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver	111
Tabla 4-36: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el sitio de visita 7B2	111
Tabla 4-37: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver	112
Tabla 4-38: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el sitio de visita 7B3	112
Tabla 4-39: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver	113
Tabla 4-40: Cálculo de Shannon Weaver para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3)	113
Tabla 4-41: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver	114
Tabla 4-42: Cálculo del índice Simpson por fecha de monitoreo	115
Tabla 4-43: Cálculo del índice Simpson por fecha de monitoreo	115
Tabla 4-44: Cálculo del índice Simpson por fecha de monitoreo	116
Tabla 4-45: Cálculo del índice Simpson por fecha de monitoreo	117
Tabla 4-46: Cálculo del índice de Simpson por el conjunto de sitios para línea base	117
Tabla 4-47: Cálculo del índice de Simpson por el conjunto de sitios para el monitoreo 1	118
Tabla 4-48: Cálculo del índice de Simpson por el conjunto de sitios para el monitoreo 2	119
Tabla 4-49: Cálculo del índice de Simpson por el conjunto de sitios para el monitoreo 3	119
Tabla 4-50: Cálculo del índice de Simpson por el sitio de visita 7B1	120
Tabla 4-51: Cálculo del índice de Simpson por el sitio de visita 7B2	121
Tabla 4-52: Cálculo del índice de Simpson por el sitio de visita 7B3	121
Tabla 4-53: Cálculo de Simpson para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3)	122
Tabla 4-54: Cálculo del índice de Margalef por fecha de monitoreo	123
Tabla 4-55: Cálculo del índice de Margalef por fecha de monitoreo	123
Tabla 4-56: Cálculo del índice de Margalef por fecha de monitoreo	124
Tabla 4-57: Cálculo del índice de Margalef por fecha de monitoreo	124
Tabla 4-58: Cálculo del índice de Margalef por el conjunto de sitios para línea base	125
Tabla 4-59: Cálculo del índice de Margalef por el conjunto de sitios para línea base	126
Tabla 4-60: Cálculo del índice de Margalef por el conjunto de sitios para el monitoreo 2	126

Tabla 4-61: Cálculo global de riqueza específica de Margalef por los sitios de monitoreo	127
Tabla 4-62: Cálculo del índice de Margalef por el sitio de visita 7B1.....	127
Tabla 4-63: Cálculo del índice de Margalef por el sitio de visita 7B2.....	128
Tabla 4-64: Cálculo del índice de Margalef por el sitio de visita 7B3.....	129
Tabla 4-65: Cálculo de Margalef para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3).....	129
Tabla 4-66: Resultados del cálculo del índice de Sorensen y Jaccard	130
Tabla 4-67: Resultados del cálculo del índice de Sorensen y Jaccard	131
Tabla 4-68: Resultados del cálculo del índice de Sorensen y Jaccard	132
Tabla 4-69: Resultados del cálculo del índice de Sorensen y Jaccard	133
Tabla 4-70: Resultados del cálculo del índice de Sorensen y Jaccard para el análisis del periodo	135
Tabla 4-71: Cálculo del índice de BMWP/COL por fecha de monitoreo.....	136
Tabla 4-72: Calidad del agua según índice BMWP/COL.....	137
Tabla 4-73: Cálculo del índice de BMWP/COL por fecha de monitoreo.....	137
Tabla 4-74: Calidad del agua según índice BMWP/COL.....	138
Tabla 4-75: Cálculo del índice de BMWP/COL por fecha de monitoreo.....	138
Tabla 4-76: Calidad del agua según índice BMWP/COL.....	138
Tabla 4-77: Cálculo del índice de BMWP/COL por fecha de monitoreo.....	139
Tabla 4-78: Calidad del agua según índice BMWP/COL.....	139
Tabla 4-79: Cálculo del índice de BMWP/COL por el conjunto de sitios para línea base.....	139
Tabla 4-80: Calidad del agua según índice BMWP/COL.....	140
Tabla 4-81: Cálculo del índice de BMWP/COL por el conjunto de sitios para monitoreo 1 ..	140
Tabla 4-82: Calidad del agua según índice BMWP/COL.....	140
Tabla 4-83: Cálculo del índice de BMWP/COL por el conjunto de sitios para monitoreo 2 ..	141
Tabla 4-84: Calidad del agua según índice BMWP/COL.....	141
Tabla 4-85: Cálculo del índice de BMWP/COL por el conjunto de sitios para monitoreo 3 ..	141
Tabla 4-86: Calidad del agua según índice BMWP/COL.....	142
Tabla 4-87: Cálculo del índice BMWP/Col de acuerdo al análisis del periodo para el sitio de visita 7B1	142
Tabla 4-88: Calidad del agua según índice BMWP/COL.....	143
Tabla 4-89: Cálculo del índice BMWP/Col de acuerdo al análisis del periodo para el sitio de visita 7B2	143
Tabla 4-90: Calidad del agua según índice BMWP/COL.....	143
Tabla 4-91: Cálculo del índice BMWP/Col de acuerdo al análisis del periodo para el sitio de visita 7B2	144
Tabla 4-92: Calidad del agua según índice BMWP/COL.....	144

Tabla 4-93: Cálculo de BMWP/COL para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3)	145
Tabla 4-94: Calidad del agua según índice BMWP/COL	145
Tabla 4-95: Cálculo del índice de ASPT por fecha de monitoreo	146
Tabla 4-96: Calidad del agua según índice ASPT	146
Tabla 4-97: Cálculo del índice de ASPT por fecha de monitoreo	147
Tabla 4-98: Calidad del agua según índice ASPT	147
Tabla 4-99: Cálculo del índice de ASPT por fecha de monitoreo	147
Tabla 4-100: Calidad del agua según índice ASPT	148
Tabla 4-101: Cálculo del índice de ASPT por fecha de monitoreo	148
Tabla 4-102: Calidad del agua según índice ASPT	149
Tabla 4-103: Cálculo del índice de ASPT por el conjunto de sitios para línea base	149
Tabla 4-104: Calidad del agua según índice ASPT	149
Tabla 4-105: Cálculo del índice de ASPT por el conjunto de sitios para monitoreo 1	150
Tabla 4-106: Calidad del agua según índice ASPT	150
Tabla 4-107: Cálculo del índice de ASPT por el conjunto de sitios para monitoreo 2	150
Tabla 4-108: Calidad del agua según índice ASPT	151
Tabla 4-109: Cálculo del índice de ASPT por el conjunto de sitios para monitoreo 3	151
Tabla 4-110: Calidad del agua según índice ASPT	151
Tabla 4-111: Cálculo del índice ASPT para el análisis del periodo para el sitio de visita 7B1	152
Tabla 4-112: Calidad del agua según índice ASPT	152
Tabla 4-113: Cálculo del índice ASPT para el análisis del periodo para el sitio de visita 7B2	153
Tabla 4-114: Calidad del agua según índice ASPT	153
Tabla 4-115: Cálculo del índice ASPT para el análisis del periodo para el sitio de visita 7B3	153
Tabla 4-116: Calidad del agua según índice ASPT	154
Tabla 4-117: Cálculo de ASPT para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3).....	154
Tabla 4-118: Calidad del agua según índice ASPT	154
Tabla 4-119: Cálculo del índice de ABI por fecha de monitoreo	155
Tabla 4-120: Calidad del agua según índice ABI	155
Tabla 4-121: Cálculo del índice de ABI por fecha de monitoreo	156
Tabla 4-122: Calidad del agua según índice ABI	156
Tabla 4-123: Cálculo del índice de ABI por fecha de monitoreo	156
Tabla 4-124: Calidad del agua según índice ABI	157
Tabla 4-125: Cálculo del índice de ABI por fecha de monitoreo	157
Tabla 4-126: Calidad del agua según índice ABI	158
Tabla 4-127: Cálculo del índice de ABI por conjunto de sitios para línea base	158
Tabla 4-128: Calidad del agua según índice ABI	158

Tabla 4-129: Cálculo del índice de ABI por conjunto de sitios para monitoreo 1.....	159
Tabla 4-130: Calidad del agua según índice ABI	159
Tabla 4-131: Cálculo del índice de ABI por conjunto de sitios para monitoreo 2.....	159
Tabla 4-132: Calidad del agua según índice ABI	160
Tabla 4-133: Cálculo del índice de ABI por conjunto de sitios para monitoreo 3.....	160
Tabla 4-134: Calidad del agua según índice ABI	160
Tabla 4-135: Cálculo del índice ABI para el sitio de visita 7B1 por el periodo	161
Tabla 4-136: Calidad del agua según índice ABI	161
Tabla 4-137: Cálculo del índice ABI para el sitio de visita 7B2 por el periodo	162
Tabla 4-138: Calidad del agua según índice ABI	162
Tabla 4-139: Cálculo del índice ABI para el sitio de visita 7B3 por el periodo	162
Tabla 4-140: Calidad del agua según índice ABI	163
Tabla 4-141: Cálculo de ABI para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3).....	163
Tabla 4-142: Calidad del agua según índice ABI	163
Tabla 4-143: Matriz de estrategias, objetivos y proyectos para la laguna de Colta.....	166
Tabla 4-144: Matriz de marco lógico para la estrategia 1 de educación ambiental	168
Tabla 4-145: Cronograma de la estrategia de educación ambiental.....	171
Tabla 4-146: Matriz de marco lógico para la estrategia 2 turismo sostenible.....	174
Tabla 4-147: Cronograma de la estrategia 2 de turismo sostenible en la laguna de Colta.....	177
Tabla 4-148: Matriz de marco lógico para la estrategia 3 de restauración ecológica	180
Tabla 4-149: Cronograma de la estrategia de educación ambiental.....	183
Tabla 4-150: Financiamiento para las estrategias planteadas dentro de la laguna de Colta	186

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1: Mapa de localización del área de estudio	7
Ilustración 3-1: Proceso para el levantamiento y jerarquización de atractivos turísticos.....	40
Ilustración 3-2: Protocolos para muestreo de agua en campo	45
Ilustración 3-3: Fases para el procesamiento de macroinvertebrados	53
Ilustración 3-4: Fases para la identificación de las familias de macroinvertebrados	54
Ilustración 3-5: Diagrama de flujo para metodología del PCA.....	65
Ilustración 3-6: Diagrama de flujo para metodología del PCA.....	66
Ilustración 4-1: Malecón de la laguna de Colta.....	68
Ilustración 4-2: Mapa referencial del sitio de visita 7B1	73
Ilustración 4-3: Sitio de visita 7B1.....	74
Ilustración 4-4: Mapa referencial del sitio de visita 7B2	75
Ilustración 4-5: Sitio de visita 7B2.....	75
Ilustración 4-6: Mapa referencial del sitio de visita 7B3	76
Ilustración 4-7: Sitio de visita 7B3.....	77
Ilustración 4-8: Resultados del indicador CAMF para condición turística	78
Ilustración 4-9: Resultados del indicador STBO para condición turística	81
Ilustración 4-10: Resultados del indicador STBI para condición turística.....	82
Ilustración 4-11: Porcentaje de análisis de macroinvertebrados de la LB.....	90
Ilustración 4-12: Porcentaje de análisis de macroinvertebrados del M1	91
Ilustración 4-13: Porcentaje de análisis de macroinvertebrados del M2	93
Ilustración 4-14: Porcentaje de análisis de macroinvertebrados del M3	94
Ilustración 4-15: ACC para línea base	98
Ilustración 4-16: ACC para el monitoreo 1	99
Ilustración 4-17: ACC para el monitoreo 2	101
Ilustración 4-18: ACC para el monitoreo 3	102
Ilustración 4-19: Dendograma de similitud de Bray Curtis para LB.....	131
Ilustración 4-20: Dendograma de similitud de Bray Curtis para M1	132
Ilustración 4-21: Dendograma de similitud de Bray Curtis para M2	133
Ilustración 4-22: Dendograma de similitud de Bray Curtis para M3	134
Ilustración 4-23: Dendograma de similitud de Bray Curtis del análisis del periodo.....	136
Ilustración 4-24: Análisis de amenazas directas, amenazas indirectas y oportunidades	164
Ilustración 4-25: Definición de objetivos, estrategias y resultados según el análisis de amenazas del objeto de conservación	165

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FICHA DE LA FAMILIA ASHNIDAE
- ANEXO B:** FICHA DE LA FAMILIA COENAGRIONIDAE
- ANEXO C:** FICHA DE LA FAMILIA LIMONIIDAE
- ANEXO D:** FICHA DE LA FAMILIA CULICIDAE
- ANEXO E:** FICHA DE LA FAMILIA CHIRONOMIDAE
- ANEXO F:** FICHA DE LA FAMILIA HYDROPHILIDAE
- ANEXO G:** FICHA DE LA FAMILIA CORIXIDAE
- ANEXO H:** FICHA DE LA FAMILIA NOTONECTIDAE
- ANEXO I:** FICHA DE LA FAMILIA HYALELLIDAE
- ANEXO J:** FICHA DE LA FAMILIA DUGESSIDAE
- ANEXO K:** FICHA DE LA FAMILIA GLOSSIPHONIDAE
- ANEXO L:** FICHA DE LA FAMILIA HYDRIDAE
- ANEXO M:** FICHA DE LA FAMILIA LUMBRICIDAE
- ANEXO N:** FICHA DE LA FAMILIA TUBIFICIDAE
- ANEXO O:** FICHA DE LA FAMILIA PHYSIDAE
- ANEXO P:** FICHA DE LA FAMILIA PLANORBIDAE
- ANEXO Q:** FICHA DE LA FAMILIA EMPIDIDAE
- ANEXO R:** FICHA DE LA FAMILIA SYRPHIDAE
- ANEXO S:** FICHA DE LA FAMILIA DYTISCIDAE
- ANEXO T:** FICHA DE CONDICIÓN AMBIENTAL
- ANEXO U:** FICHA DE CONDICIÓN TURÍSTICA

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue la evaluación del estado de conservación de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta mediante macroinvertebrados acuáticos. La metodología empleada consistió en la caracterización del atractivo turístico mediante el levantamiento de la ficha de jerarquización propuesta por el Ministerio de Turismo (MINTUR) además del monitoreo de la condición turística en donde se midió parámetros como basura orgánica, inorgánica, material flotante de origen antrópico, afectaciones que alteran al paisaje y la flora. Mientras que para el monitoreo de la condición ambiental se levantó información sobre parámetros físicos, químicos y microbiológicos, los cuales una vez levantados fueron comparados con la norma de calidad del Texto Unificado de Legislación Secundaria para uso estético y recreativo y de uso para la conservación de la vida acuática. Dentro del análisis de la biodiversidad de las comunidades de macroinvertebrados se aplicó el índice de Shannon-Weaver, Simpson, Margalef, Sorensen y Jaccard. Dentro de los índices biológicos se aplicó el índice BMWP/COL, ASPT y ABI; los resultados obtenidos demostraron que la calidad del agua es contaminada debido al incumplimiento de parámetros establecidos dentro de la norma, así como la presencia de una diversidad baja de macroinvertebrados, con una calidad del agua dudosa debido a los índices biológicos aplicados. Además, de la relación con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos y la presencia de familias de macroinvertebrados tolerantes a la contaminación.

Palabras clave: <LAGUNA>, <ESTADO DE CONSERVACIÓN>, <MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS>, <SITIOS DE VISITA>, <ATRATIVO TURÍSTICO>, <ÍNDICES BIOLÓGICOS>, <ÍNDICES BIÓTICOS>, <CONTAMINACIÓN>.

0506-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

This research evaluated the conservation status of three Colta Lagoon tourist attraction visitor sites using aquatic macroinvertebrates. The methodology used consisted of characterizing the tourist attraction using the hierarchy card proposed by the Ministry of Tourism (MINTUR), in addition to monitoring the tourist condition, where parameters such as organic and inorganic waste, floating material of anthropogenic origin, and effects that alter the landscape and flora were measured. For the monitoring of the environmental condition, information was collected on physical, chemical, and microbiological parameters, which one collected were compared with the quality standard of the Unified Text of Secondary Legislation for aesthetic and recreational use and use for the conservation of aquatic life. The Shannon-Weaver, Simpson, Margalef, Sorensen, and Jaccard indexes were used to analyze the biodiversity of the macroinvertebrate communities. Within the biological indexes, the BMWP/COL, ASPT and ABI indexes were applied; the results obtained showed that the water quality in polluted due to non-compliance with the parameters established within the standard, as well as the presence of low diversity of macroinvertebrates, with a doubtful water quality due to the biological indexes applied, also the relationship with physical, chemical, and microbiological parameters and the presence of families of macroinvertebrates tolerant to pollution.

Keywords: <LAGOON>, <CONSERVATION STATUS>, <AQUATIC MACROINVERTEBRATES>, <VISITING SITES>, <TOURISTIC ATTRACTION>, <BIOLOGICAL INDICES>, <BIOTICAL INDICES>, <POLLUTION>.



MSc. Cristina Chamorro O.

DOCENTE INGLES TURISMO

0604237172

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de integración curricular se centra en la evaluación del estado de conservación de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta mediante macroinvertebrados acuáticos, de tal modo, en el capítulo I se realiza un diagnóstico del problema evidenciado dentro de la laguna, con la descripción de antecedentes que permiten analizar la actividad turística a nivel global, nacional y local. Haciendo énfasis en la metodología para la jerarquización de atractivos y generación de espacios turísticos, destacando así al criterio 3 estado de conservación. De este modo se describen los estudios realizados afines a esta investigación, con la finalidad de presentar una antesala a la investigación.

En el capítulo II se desarrolla una revisión bibliográfica sobre los términos relacionados con la investigación, partiendo desde la definición de turismo, sistema de turismo, monitoreo turístico, desarrollo turístico, ecosistemas acuáticos, biodiversidad, macroinvertebrados acuáticos, indicadores biológicos, monitoreo ecológico, normativa para uso estético y recreativo, uso para la conservación de vida acuática, medidas de manejo ambiental, planificación para la conservación de áreas, marco lógico, perfil de estrategias y propuesta de financiamiento. Dentro del capítulo III se explica la metodología utilizada para esta investigación, la misma que se centra en un estudio analítico, de tipo observacional y siendo no experimental. Destacando cuatro fases, la primera consiste en la preparación de material, la segunda en la recolección de información en campo, la tercera con el procesamiento de muestras de agua y macroinvertebrados en el laboratorio y la cuarta con la fase de gabinete y el análisis de datos.

En el capítulo IV se presentan los resultados de la investigación, empezando con el primer objetivo que consiste en la caracterización del atractivo, con los resultados del monitoreo de la condición turística y ambiental, análisis del cumplimiento de los criterios de la calidad de agua para uso estético, recreativo y conservación de la vida silvestre, además del análisis de correspondencia canónica que permite relacionar los parámetros químicos y de microbiología con la presencia de las familias de macroinvertebrados tolerantes o no a la contaminación. En el segundo objetivo, se muestra los resultados de los índices alfa (Shannon, Simpson y Margalef) y beta (Sorensen y Jaccard), además de los cálculos para índices biológicos (BMWP/COL, ASPT y ABI). En el tercer objetivo se fórmula las medidas de manejo ambiental para conservar y aprovechar el atractivo turístico laguna de Colta, partiendo de un análisis de amenazas al objeto de conservación, identificación de estrategias, consolidación de las mismas, perfilamiento de estrategias y finalizando con una propuesta de financiamiento para las estrategias de manejo ambiental.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

El turismo es reconocido a nivel mundial como todo el conjunto de aquellas relaciones psico-sociológicas, económicas y medioambientales, que se producen gracias al desplazamiento o pernoctación de las personas; este desplazamiento puede ser de dos tipos temporal o voluntario. En los últimos años el turismo se ha destacado como una actividad económica mayormente importante (Mullo et al., 2019, pág. 179) tal como lo menciona la ONU Turismo dentro de su barómetro internacional. Pues, para el año 2023 se registró una afluencia turística de más de 900 millones de personas que arribaron a diferentes destinos internacionales, haciendo del turismo un pretexto para viajar (Organización del Turismo, 2023).

En la actualidad, la actividad turística presenta distintas modalidades de turismo. Todas estas enfocadas hacia al cumplimiento de las diferentes dimensiones del desarrollo de la sostenibilidad destacando los ejes sociales, ambientales, económicos, culturales, físicos y humanos los cuales se producen dentro de un territorio.

De este modo, el turismo sostenible es una modalidad de turismo, la cual es consciente de las repercusiones actuales, económicas, sociales, futuras, del entorno y de los turistas; buscando como resultado la generación de impactos positivos y la mitigación de los impactos negativos; promoviendo un crecimiento de carácter económico, inclusivo y una responsabilidad social enfocada hacia el cumplimiento de los 17 objetivos de desarrollo sostenible propuestos hasta el 2030 por la Organización de las Naciones Unidas (Sharpley, 2020; citado en Monsalve et al., 2023).

En Ecuador, el turismo sostenible es considerado como el desarrollo de las actividades recreacionales realizadas de forma sostenible, pues integra tres ejes: el primero conservando los recursos naturales y culturales, el segundo sosteniendo el bienestar local y el tercero sensibilizando a los gestores y visitantes (Plua, 2020, pág. 112). Esta actividad ha permitido generar cifras positivas para el territorio, pues se ha evidenciado un aumento dentro de la balanza turística; para el segundo trimestre que va de enero a junio del 2023; Ecuador registró un total de 486,77 millones de dólares resultado del ingreso de divisas por la actividad turística (Ministerio de Turismo, 2023).

El resultado de esta actividad turística, se debe a los diferentes atractivos naturales y culturales presentes dentro de sus 24 provincias. Según el Ministerio de Turismo (2019, pág. 22) el número total de atractivos turísticos inventariados es de 3.551 a nivel de Ecuador; de los cuales el 51% se encuentra clasificado por manifestaciones de tipo cultural y el 49% les corresponde a atractivos de categoría natural.

Para establecer dichos atractivos naturales y culturales, Ecuador establece una Metodología para la Jerarquización de Atractivos y Generación de Espacios Turísticos, en donde se clasifica por categoría, tipología y subtipología a cada uno de los atractivos (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2018, pág. 21). Destacando de este modo, a los de categoría de sitio natural, tipología ambiente lacustre y subtipología laguna, pues dentro de Ecuador se tiene un registro total de 70 lagunas las cuales son utilizadas con fines turístico (Ecuador mi Tierra, 2019). Estas lagunas se caracterizan por poseer una extensión “de agua de menores dimensiones que la de un lago” (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2018, pág. 21) según la clasificación de atractivos turísticos.

La metodología descrita con anterioridad, establece 9 criterios relacionados con la demanda y el Índice de Competitividad Turística necesarios para la ponderación y jerarquización de dichos atractivos, tales como: accesibilidad y conectividad, planta turística, estado de conservación e integración del atractivo, higiene y seguridad turística, políticas y regulación, actividades que se practican, difusión, registro de visitantes/afluencia y recurso humano (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2018, pág. 12).

Destacando así al criterio 3 “estado de conservación e integración atractivo” (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2018, pág. 12). Pues, este elemento permite evaluar y estimar “la integridad de los atributos físico-ambientales y socioculturales, en particular de las condiciones del atractivo y su entorno” (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2018, pág. 13). Este criterio es necesario para determinar su estado actual y bajo su ponderación la metodología propone un total de 14 puntos, evaluados a partir de una ficha técnica y observaciones en campo.

Debido a estos elementos, es necesario destacar aquellos estudios que permiten determinar el estado de conservación de los atractivos turísticos y en específico a los ambientes lacustres. Bajo este contexto se destaca la investigación realizada por López (2019, pág. 14) dentro de la laguna de Colta; el enfoque de esta investigación se basó en un estudio cuantitativo de parámetros físico-químicos del agua y las unidades formadoras de colonias bacterianas.

Teniendo como resultado que el nivel de pH es igual a 8.6, sobrepasando los límites permisibles dentro de la normativa para uso recreativo y estético contenidos dentro del Texto Unificado de

Legislación Secundaria (TULSMA); las muestras obtenidas determinan que la laguna presenta aguas alcalinas, los sólidos totales disueltos tuvieron un resultado de 500 mg/L superando así el valor permisible, los parámetros de conductividad, nitratos, nitritos y turbidez fueron considerados dentro de los rangos normales y no incumplen con la norma (López, 2019, págs. 91-92).

Además, los estudios realizados con macroinvertebrados son importantes ya que al ser bioindicadores permiten determinar la calidad del agua, tal es el caso de la investigación realizada por Bastidas y Tapia (2017, pág. 22) en donde se desarrolló un estudio basado en la determinación para índices de calidad del agua por medio de macroinvertebrados y microinvertebrados dentro de la Laguna de Anteojos localizada en el Parque Nacional Llanganates.

Para la recolección de macro y micro invertebrados se identificó 5 puntos estratégicos y con la ayuda de una red *Surber* se realizó un barrido en la orilla de la vegetación. Para este estudio se hizo uso del índice de calidad *Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera* (EPT), índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), índice de biodiversidad Shannon-Weaver y para la recolección de los especímenes se usó la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 169:98. Con respecto a los resultados obtenidos se identificaron 813 individuos, pertenecientes a 12 familias, destacando la presencia de los órdenes: *Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Planariidae Hyalellidae, Sphaeriidae y Lymnaeidae*. A partir de estos índices se identificó que la laguna presenta una contaminación de tipo III denominadas como aguas moderadamente contaminadas y a través del análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos se estableció que no superan los criterios de calidad admisibles reflejadas dentro del TULSMA (Bastidas y Tapia, 2017, págs. 38-39).

Por tanto, el siguiente trabajo de investigación tiene por objetivo la evaluación del estado de conservación de tres sitios de visita de la laguna de Colta. Esto se realizará a partir del monitoreo de la condición ambiental y turística; analizando la biodiversidad de las comunidades de macroinvertebrados; y finalmente formulando medidas de manejo ambiental para conservar y aprovechar el atractivo turístico. Todo esto con la finalidad de ser una herramienta técnica que ayude a la gestión del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Colta, por medio de la implementación de los diferentes planes, programas y proyectos que buscan mejorar la condición del atractivo turístico.

1.2 Planteamiento del problema

Con lo antes mencionado la laguna de Colta es un atractivo turístico de categoría sitio natural y de jerarquía II según la clasificación para atractivos turísticos naturales del Ministerio de Turismo del Ecuador (2018, pág. 21). La laguna, se localiza dentro de la parroquia Villa La Unión, cantón Colta, provincia de Chimborazo. Dentro del atractivo se realizan actividades como observación de flora y fauna, caminatas y fotografías. En la actualidad los principales problemas que afronta la laguna son la deficiente capacidad de manejo de residuos, presencia de material flotante, actividades antrópicas, visitas desordenadas, prácticas agropecuarias intensivas y descargas de aguas servidas. Haciendo que, estas problemáticas generen incertidumbre sobre la calidad del recurso y su estado de conservación.

1.3 Justificación

Ahora bien, luego de considerar la problemática descrita con anterioridad, la presente investigación se enfocará en la evaluación del estado de conservación de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta mediante macroinvertebrados acuáticos. Por consiguiente, el estudio será de gran aporte para el desarrollo de un plan de manejo ambiental que por competencia debe considerar el Gobierno Autónomo Descentralizado de Colta.

Este plan se enmarca a nivel local en el subprograma de “Conservación y recuperación ecológica” (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Colta, 2014, pág. 74) establecido dentro del Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Colta y por su parte se vincula al macro proyecto para la ejecución de “planes de manejo y conservación de los recursos naturales y de la biodiversidad provincial” (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo, 2020) establecidos dentro del Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo.

Además, el estudio contribuirá al cumplimiento de la línea de investigación “Gestión y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales” de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, con el cual se espera contribuir al manejo de la biodiversidad y la conservación, así como de todos sus servicios ecosistémicos asociados.

Adicional a esto, el proyecto se alinea al Plan Nacional de Turismo 2030, como parte de una herramienta que procura adecuarse al desarrollo del turismo sostenible en Ecuador. Relacionándose de este modo, con el eje estratégico 1 “Destinos y calidad”, el cual busca aumentar la competitividad de los diferentes destinos, a través de la innovación y calidad de

prestación de los productos turísticos (Ministerio Nacional de Turismo del Ecuador, 2019). Además de contribuir con el criterio 3 “Estado de conservación e integración del sitio o entorno” (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2018, pág. 13) reflejado dentro de la Metodología para la Jerarquización de Atractivos y Generación de Espacios Turísticos.

Así también, la investigación se articula con el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 y de forma específica con el objetivo 11 “Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021, pág. 5). En donde se menciona como parte de sus políticas: la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad asociada, fomentando su recuperación o restauración con respecto a los ecosistemas y el uso sostenible o responsable de todo el patrimonio de tipo natural existente en Ecuador (Secretaría Nacional de Planificación, 2021, pág. 85).

Por otro lado, se vincula con la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030, es decir con el objetivo estratégico 2 “Reducir las presiones y el uso inadecuado de la biodiversidad a niveles que aseguren su conservación” (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016, pág. 145). Y con el objetivo estratégico 4 “Fortalecer la gestión de los conocimientos y las capacidades nacionales que promuevan la innovación en el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos” (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016, pág. 145).

Adicionalmente, el presente trabajo contribuirá al análisis del cumplimiento de los criterios de calidad del agua para los usos estético y recreativo por contacto primario y secundario, contenidos dentro del capítulo cinco del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (Ministerio del Ambiente, 2015, pág. 270).

Finalmente, a nivel internacional el estudio permitirá contribuir con el cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible 6 “Agua limpia y saneamiento”, en donde se procura “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos” (Organización Internacional del Trabajo, 2017, pág. 34). Esperando que hasta el 2030 exista un aumento considerable sobre el uso eficiente de aquellos recursos hídricos, asegurando su sostenibilidad en la extracción y el suministro del agua dulce. Con el fin de “Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento” (Organización Internacional del Trabajo, 2017, pág. 34).

1.4 Delimitación

El presente estudio se llevó a cabo en la Laguna de Colta, la cual se encuentra localizada en la parroquia Villa La Unión dentro del cantón Colta, provincia de Chimborazo y a una distancia de 20 km hasta la ciudad de Riobamba. La laguna presenta una altitud de 3.328 m s n m, con coordenadas UTM WGS 84: latitud 749655.3 y una longitud de 9807738. Además de presentar una precipitación media anual de 2.000 mm y una temperatura promedio anual de 16 °C.

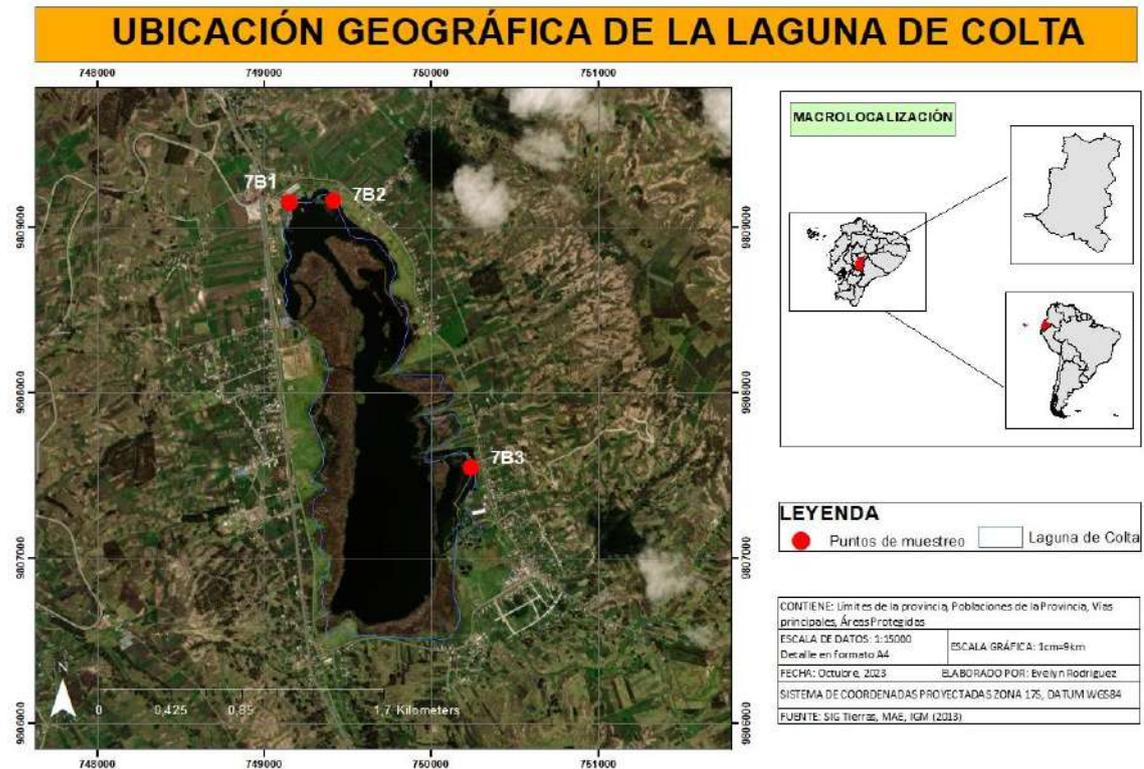


Ilustración 1-1 : Mapa de localización del área de estudio

Fuente: Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2013.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Evaluar el estado de conservación de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta mediante macroinvertebrados acuáticos

1.5.2 Objetivos Específicos

- Monitorear la condición turística y ambiental de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta
- Analizar la biodiversidad de las comunidades de macroinvertebrados de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta
- Formular medidas de manejo ambiental para conservar y aprovechar el atractivo turístico laguna de Colta

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Turismo

El turismo es el resultado de un fenómeno que se crea a partir de las diversas interacciones generadas entre el turista, las poblaciones locales y las comunidades tradicionales (Souza et al., 2021, pág. 310). Además, el turismo es parte del desarrollo de una actividad estratégica que promueve el incremento de la economía; al impulsar los procesos de interacción entre diferentes actores y generando como resultado un proceso de migración y de divisas. Como resultado el turismo ha fortalecido diversas políticas públicas que permiten tener un mejor manejo de los recursos y de las necesidades de los espacios (Spasojevic et al., 2019; citados en Zuñiga et al., 2023).

Es importante acotar, que el turismo en la actualidad ha sido reconocido como una fuente de ingresos debido al alto impacto que tiene con la economía y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas (Moreno et al., 2019, pág. 107).

En complemento según Moreno et al. (2020, págs. 81-82) el turismo es una actividad importante en el desarrollo de la economía local, presentando un crecimiento considerable sobre otros sectores dentro de la economía de un país, considerándose además como una actividad de prioridad a nivel mundial.

2.1.1 *Modalidades de turismo*

En la actualidad el turista busca tener experiencias exclusivas debido a sus diferentes gustos o necesidades, partiendo desde la interacción con comunidades, con la misma naturaleza, haciendo actividades recreativas o creando emociones al adquirir experiencias al aire libre. Dentro de Ecuador se identifica diferentes modalidades de turismo debido a que el país cuenta con sus cuatro regiones como: Sierra, Costa, Galápagos y Oriente. Permitted de este modo presentar una oferta más dinámica y variada, Ecuador tiene en cuenta las siguientes modalidades de turismo: turismo rural, turismo cultural, turismo religioso, turismo gastronómico, ecoturismo, agroturismo y turismo sostenible (Huertas et al., 2020, págs. 70-71).

2.1.1.1 *Turismo sostenible*

El turismo sostenible tiene en cuenta las implicaciones actuales, económicas, futuras, sociales, políticas, humanas, ambientales, físicas y culturales. Dando como finalidad la generación de impactos positivos y la mitigación de impactos negativos dentro de los entornos: socioculturales, ambientales y económicos (Monsalve et al., 2023, pág. 138).

Por otro lado, el turismo sostenible no es reconocido como parte de un producto turístico, en términos generales es reconocido por ser un modelo de gestión aplicada a cualquier destino turístico y producto turístico (Simancas et al., 2023, pág. 72).

De esta forma el turismo sostenible se asocia a la forma e infraestructuras turísticas que operan sobre las diferentes capacidades de la naturaleza con el fin de buscar una productividad que asegure su existencia en el futuro. Protegiendo de este modo los recursos de tipo natural, asegurando el estilo de vida y sus costumbres. Además de promover la participación de todos los actores y contribuyendo de forma equitativa todos los beneficios de carácter económico con la comunidad receptora (Pérez, 2022, pág. 2).

2.2 Sistema turístico

Según Boullón (2006, págs. 31-32) el sistema turístico es un modelo analítico comercial, el cual se establece a partir del encuentro entre la oferta y demanda; creando así un producto turístico en conjunto con la infraestructura y la superestructura ya que actúa como ente rector del funcionamiento de la actividad turística. A continuación, se muestra la desagregación de los elementos del sistema turístico (ver Tabla 2-1).

Tabla 2-1: Elementos del sistema turístico

Elemento del sistema turístico	Descripción
Demanda turística	Es el número total de turistas que visitan algún país, atractivo, región, zona o centro turístico.
Oferta turística	Es todo el conjunto de servicios que proporciona la oferta turística y por su parte bienes de tipo no turístico. Los cuales se comercializan a partir del sistema turístico.
Proceso de venta	Se define como el alcance que tiene la oferta turística sobre el mercado.

Elemento del sistema turístico	Descripción
Producto turístico	Es la conformación de los diferentes bienes y servicios que son parte esencial para el desarrollo de la oferta turística.
Planta turística y atractivos turísticos	La planta turística se encuentra integrada por el equipamiento y las instalaciones turísticas. Mientras que los atractivos turísticos son la materia prima, obtenida de todos los recursos naturales y culturales.
Infraestructura	Es aquella dotación de los servicios y bienes que tiene un país para el desarrollo de las estructuras productivas y sociales. La infraestructura se encuentra integrada por los servicios de salud, educación, transporte, vivienda, energía y comunicaciones.
Superestructura	Son organismos públicos y privados, encargados del funcionamiento de las diferentes partes del sistema turístico.

Fuente: Boullón, 2006.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

2.2.1 Atractivos turísticos

De acuerdo con Peñafiel (2019, pág. 12) un atractivo turístico se constituye como todo el conjunto de aquellos elementos de tipo material o inmaterial, los cuales tienen la capacidad de ser con frecuencia transformados como un producto turístico; estos atractivos turísticos se encuentran en diversos territorios.

2.2.1.1 Categoría sitio natural

Un sitio natural es parte de una delimitación geográfica, conformado por una gran cantidad de biodiversidad asociada. Estos espacios se crean con la finalidad de conservar todos sus elementos naturales y valores ecosistémicos asociados al territorio (Hensler y Merçon, 2020, pág. 184). Dentro de la categoría de sitio natural se establece la siguiente clasificación: “montañas, planicies, desiertos, ambientes lacustres, ríos, bosques, aguas subterráneas, fenómenos espeleológicos, fenómenos geológicos, costas o litorales, ambientes marinos y tierra insulares”(Reyes et al., 2019, pág. 45).

2.2.1.2 Tipología ambiente lacustre

Los ambientes lacustres se caracterizan por ser cuerpos de aguas que son resultado del deshielo de montañas de gran altitud o por diferentes movimientos de la capa tectónica (Roldán y Ramírez, 2008; citados en Campusano., 2022). Se caracterizan por ser sistemas, los cuales no tienen contacto

directo con el mar y por tanto se alimentan de diferentes afluentes aledaños; los ambientes lacustres se dividen en dos tipos, por un lado, se encuentran los lagos y por el otro las lagunas (Cervantes, 2012; citado en Campusano., 2022).

2.2.1.3 *Subtipología laguna*

Las lagunas son grandes cuerpos de agua dulce que se constituye como ecosistemas frágiles e importantes para mantener un equilibrio ecológico, estos ambientes lacustres se encuentran por encima de 2.200 m s n m y son resultado de diversos caudales y sedimentos de ciertas cuencas altas, consideradas de este modo como reservas hídricas; además de presentar forma cóncava, la cual es menor a los 8 metros de profundidad (Escobar et al., 2021, págs. 76-77).

Por otro lado, las lagunas son seleccionadas por el ser humano ya que son un recurso esencial para el desarrollo de sus actividades cotidianas debido a que generan beneficios económicos. Por su uso actual, las lagunas presentan impactos negativos producto de diversas actividades de origen de tipo antrópico. Al existir un cambio o modificación, esta altera las relaciones naturales y afecta a la calidad del recurso hídrico (Cisneros et al., 2021, pág. 2).

2.3 Monitoreo turístico

El monitoreo es el resultado del manejo de las actividades turísticas, desarrollado dentro de los espacios naturales o áreas sensibles. Construyéndose, así como una herramienta, la cual es capaz de determinar y conocer los impactos producidos para los diferentes valores naturales, permitiendo ser un componente esencial en el manejo de los recursos (Torres, 2017, pág. 88).

2.3.1 *Indicadores de monitoreo turístico*

Los indicadores dentro del monitoreo turístico se constituyen como una herramienta de gran utilidad al momento de planificar y gestionar dicha actividad. Estos ayudan a describir la validez de diversos parámetros, siendo además capaces de monitorear la evolución de las actividades turísticas (Guerrero et al., 2021, pág. 63).

2.3.1.1 *Suelo*

El suelo es un recurso que forma parte de toda la vida existente en el planeta, siendo este una capa superficial que recubre la tierra. El suelo es la capa necesaria para el desarrollo de la vegetación y de la agricultura, constituyéndose como un elemento esencial en la pervivencia del ser humano

además de ser el sustento para que se desarrolle la vida dentro de la tierra (Zuazagoitia et al., 2021, pág. 33).

2.3.1.2 *Agua*

De acuerdo con Fernández (2012, págs. 147-148) el agua es parte importante para el desarrollo de la vida de las diferentes sociedades, debido a que tiene diversas propiedades que la hacen ser un recurso único. Cubre cerca del 70% del total de toda la superficie de la tierra, por su distribución se la puede encontrar en el suelo, océanos, lagos, aire y ríos. Además, se encarga de regular el clima a nivel mundial debido a sus propiedades excepcionales, las cuales permiten el desarrollo de la vida en sus diferentes formas.

2.3.1.3 *Paisaje*

El paisaje es todo el conjunto de formas de objetos que las diversas sociedades crean y recrean a través del tiempo. Por tanto, el paisaje es la parte visible, el cual puede ser observable al ojo humano y su percepción es dependiente del observador. De esta forma el paisaje se encuentra conformado por diversas formas artificiales y naturales (Trinca, 2006, págs. 114-116).

Por tanto, Santos (2011, págs. 522-527) menciona que el componente paisaje se encuentra conformado por diferentes aspectos de tipo biofísicos, procesos de tipo natural, elementos antrópicos, en combinación con elementos como: el clima, la vegetación, la flora, la fauna, el agua, la geomorfología e incidencias naturales. El paisaje y el turismo son dos elementos que se relacionan entre sí. El paisaje es parte esencial para el desarrollo de la actividad turística y es un recurso para la oferta turística.

2.3.1.4 *Vegetación*

La vegetación es definida como todo el conjunto de especies de plantas que crean un manto de tipo vegetal. La vegetación genera diversos beneficios, dentro de los cuales se destaca la protección del suelo pues evita la erosión. Generan alimentos y cobijo para las diferentes especies de fauna silvestre. Regulan la captación de agua hacia el suelo. Proporcionan una mayor fertilidad para los diferentes suelos a través de la generación de nutrientes y materia orgánica además de producir oxígeno y embellecer el paisaje (Muñoz et al., 2019, pág. 81).

2.4 Desarrollo turístico

El desarrollo turístico ayuda a gestionar los recursos de tipo natural o cultural, además de satisfacer las diferentes necesidades sociales, económicas y paisajística/estética de una población. El desarrollo turístico responsable permite proteger los elementos culturales, la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos de un territorio. Al usar de forma responsable dentro de la actividad turística se puede generar un mayor fortalecimiento de la población local y un mejoramiento en la economía local (Pereyra et al., 2021, pág. 73).

2.5 Ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos se caracterizan por ser cuerpos de agua de gran valor cultural, social y natural. Actuando de este modo como reservas biológicas debido a los procesos de relación con la tierra, atmósfera y la biodiversidad presente en la zona. Debido a esta condición los ecosistemas acuáticos son parte de los servicios ecosistémicos de regulación por su funcionamiento ecológico y el uso dado por el ser humano (Pascual et al., 2022, págs. 195-198).

Según Martínez (2021, págs. 25-26) un ecosistema acuático se desarrolla bajo un cuerpo de agua con diferente naturaleza y tamaño, el cual incluye: lagunas, lagos, mares, ríos, arroyos, pantanos y costas. Presentando diversas características físicas y químicas durante sus diversos ciclos y contenidos orgánicos. Bajo este contexto los ecosistemas acuáticos pueden ser lóticos, lénticos o humedales, esta condición dependiente del movimiento del agua presente.

Además, los sistemas acuáticos se encuentran asociados a los diferentes servicios ecosistémicos a pesar de encontrarse sujetos a las diferentes presiones ambientales. Por su parte el uso del suelo y la contaminación del recurso hídrico, afecta a los ambientes acuáticos pues alteran sus propiedades físicas y químicas (Coayla et al., 2023, pág. 2).

2.5.1 Ecosistemas acuáticos lénticos

Los sistemas de aguas lénticos son característicos por poseer aguas tranquilas y se incluyen a los estanques, humedales, lagos, lagunas, presas y charcas. Estos cuerpos de agua se mueven dentro de la limitación del terreno en donde se hallan y presentan movimientos de tipo convectivo (Pérez y Pichardo, 2019, pág. 27).

Según Alvarado (2022, pág. 27) la importancia de los sistemas de agua lénticos radica sobre el papel que deben cumplir dentro de los sistemas hidrológico/hidrogeológico pues son reguladores de

diversas cuencas hidrográficas a gran altitud y son capaces de amortiguar el aumento de caudales o de otros fenómenos. De la misma forma Caríssimo et al. (2013, pág. 109) señala que los ecosistemas lénticos son denominados de esta forma debido a que sus masas de agua presentan una renovación de agua lenta.

2.6 Biodiversidad

La biodiversidad abarca una gran variabilidad de diversos organismos y sistemas ecológicos que son parte de ellos, desde genes, especies hasta diversos ecosistemas. Siendo el sustento para la humanidad y sus necesidades como: agua, alimentación, ambiente y salud. La biodiversidad cuenta con tres niveles, partiendo desde la diversidad genética definida como la capacidad de adaptación a diversos cambios sobre el ambiente. El segundo, la diversidad de especies en donde se destaca la presencia de organismos de diversas características taxonómicas. Y el tercero, la diversidad ecosistémica referida bajo la presencia de comunidades y ciertos procesos de carácter ecológico (Pérez, 2020, pág. 184).

De acuerdo con Rush y Fracassi (2021, pág. 1) la biodiversidad es el sustento de los ecosistemas pues sus diversas funciones permiten generar un equilibrio y resiliencia con los servicios ecosistémicos, destacando los de provisión: medicinas, fibras, etc.; los de regulación y sostén con los diversos flujos de agua, aire o hábitat y los servicios culturales como parte de las expresiones recreativas, espirituales o identitarios para pueblos o comunidades.

Al ser organismos sensibles al cambio, la biodiversidad puede ser un indicador frente a la presencia de impactos, los cuales son el resultado de las diversas actividades de los proyectos. La identificación de los mismos permite prevenir, mitigar y controlar aquellas actividades que perjudican a la diversidad biológica (Michel, 2019, pág. 207).

2.6.1 Análisis de biodiversidad

Los análisis permiten generar un estudio a profundidad sobre un sujeto, objeto o una situación con la finalidad de conocer sus características, estado actual, naturaleza y factores que afectan o influyen al desarrollo de alguna condición. A través de un análisis de biodiversidad se puede establecer la calidad de los hábitats, estos suelen encontrarse expresados por un valor numérico que sintetiza las características de abundancia o riqueza de las especies (Merino et al., 2020, pág. 458).

2.6.2 Índices de biodiversidad

Los índices de biodiversidad se utilizan en la actualidad para ponderar la abundancia y riqueza específica de las especies, generando de este modo una validez científica al momento de establecer diversos criterios para su conservación, debido a que actúan como un indicador ambiental y determinan la salud de los diferentes ecosistemas (Magurran, 1989; citado en Manzanilla et al., 2020).

Existen diversos índices capaces de medir la biodiversidad dentro de un ecosistema en concreto. Siendo los índices de Shannon, Simpson y de uniformidad capaces de determinar la riqueza de las especies. Calculados a partir de la presencia o ausencia de las especies y teniendo como desventaja principal, que no toman en cuenta la distribución espacial de las mismas (Del Río et al., 2003, pág. 165).

2.6.2.1 Índice de Shannon Weaver

Este índice mide el grado de probabilidad de estimar dentro de sus cálculos a que especie pertenecerá un individuo el cual es escogido al azar y de forma aleatoria (Valdivia, 1998; citado en Flores., 2019). El índice de equidad de Shannon-Wiener se encuentra hallada mediante la siguiente fórmula matemática (Moreno, 2001; citado en Huaman., 2019).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

En donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

s = Número de especies

p_i = Proporción de individuos de la especie i

Ln = Logaritmo de tipo natural con base 10

A partir de su cálculo se puede determinar cuán homogénea es la distribución de los individuos por cada especie. Mientras más se aproxime a 0 – 1.35 la diversidad es baja mientras que si el valor obtenido es del 1.36 – 3.5 la diversidad es considera como media y si esta es mayor al 3.5 la diversidad es considerada como alta (Aguirre, 2013; citado en Romero., 2019).

2.6.2.2 *Índice de Simpson*

El índice de Simpson se caracteriza por determinar la dominancia de una especie, representando de este modo la probabilidad de que tan solo dos individuos los cuales son escogidos al azar, estos pertenezcan a una misma especie (Moreno, 2001; citado en López et al., 2017). El índice de Simpson se expresa mediante la siguiente fórmula (Moreno, 2001, pág. 41).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

En donde:

p_i = determina la abundancia de las especies i

i = especies

Este índice se obtiene a partir del número de los individuos de las especies, el cual es dividido con el total de individuos de las muestras (Moreno, 2001, pág. 41).

2.6.2.3 *Índice de Margalef*

El índice de Margalef permite determinar la biodiversidad de la comunidad de especies en función a la distribución de los individuos que son de diferentes especies, todo esto en relación al número total existente dentro de las muestras de individuos analizadas. Combinando tanto el número de los individuos como el número de las especies (Magurran, 2004; citado en Manzanilla et al., 2020). Este índice se expresa bajo la siguiente fórmula matemática (Moreno, 2001, pág. 26).

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

En donde:

S = es el número total de las especies

N = es el número total de los individuos

\ln = es el logaritmo natural

2.6.2.4 *Índice de Sorensen*

Este índice se establece en función a la ausencia o presencia de especies de las diferentes comunidades que se comparan (Badii y Cerna, 2007, pág. 635). Este índice utiliza datos de tipo cualitativo y sus valores van de entre 0 a 1, teniendo en cuenta que también puede expresarse como porcentaje. Este índice se formula de la siguiente manera (Moreno, 2001, pág. 48).

$$I_s = \frac{2c}{a + b}$$

En donde:

I_s = expresión del índice de Sorensen

c = es el número de todas las especies que son comunes en las localidades

a = es el número de todas las especies encontradas en A (comunidad)

b = es el número de todas las especies encontradas en B (comunidad)

2.6.2.5 *Índice de Jaccard*

Al igual que el índice de Sorensen, este índice se encarga de establecer una relación de ausencia/presencia del total de las especies consideradas como comunes dentro de dos comunidades o áreas, todo esto sobre el total de las especies. Este índice se expresa mediante la siguiente fórmula matemática (Moreno, 2001, pág. 47).

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

En donde:

a = es el número de las especies que se encuentra en un sitio A

b = es el número de las especies que se encuentran en un sitio B

c = es el número de las especies que se localizan tanto en A como en B

2.7 **Macroinvertebrados acuáticos**

Comprenden a aquellos organismos acuáticos que durante su ciclo de vida viven en otro ambiente y que por lo general pueden ser vistos sin el uso de algún equipo óptico. Se encuentran distribuidos en diversos grupos tales como: anélidos, moluscos, artrópodos y platelmintos. Las especies pertenecientes a este grupo se encuentran dentro de quebradas, ríos, lagunas u otro tipo de afluente. De forma general los macroinvertebrados se adaptan a diversas condiciones ambientales por lo cual son considerados como indicadores biológicos de los sistemas acuáticos pues son sensibles a las alteraciones de carácter antrópico y de tipo fisicoquímico o hidromorfológico (González et al., 2019, pág. 8).

Según Alba (1996, pág. 204) concuerda en que, los macroinvertebrados son organismos vivos, los cuales habitan diversos recursos hídricos y presentan diversas adaptaciones de tipo evolutivas

sobre la condición ambiental, ya que su presencia o ausencia puede deberse a la capacidad de soportar y volverse tolerantes a la contaminación.

Dentro de su etología, los macroinvertebrados se caracterizan por vivir sobre sustratos o sobre algún sedimento. Distinguiéndose además por ser parte importante de los eslabones de las estructuras tróficas, tienen conectividad con el ecosistema terrestre ya que son parte del alimento de algunos animales, forman parte del procesamiento del material orgánico y proporcionan información sobre la condición ecológica (Rincón et al., 2017, pág. 9).

2.7.1 Taxonomía

La definición taxonomía proviene del vocablo griego taxis: arreglo y nomos: ley; por tanto, es considerada como una ciencia encargada del estudio de la clasificación (Bravo et al., 2007, pág. 67). La taxonomía es la ciencia encargada de la descripción, clasificación e identificación de los diferentes organismos de forma jerárquica. Cada uno de estos niveles presentan una categoría taxonómica y dentro de estas otras categorías; esta clasificación va desde especie como una categoría menor hasta categorías mayores como reino o phylum (Arija, 2012, pág. 3).

Para Rúa (2023, pág. 288) la identificación taxonómica permite establecer aquellas relaciones de tipo filogenéticas entre los diversos taxones, bajo esta relación se puede comprender su biología y su distribución dentro de la naturaleza.

2.7.1.1 Orden

Dentro del sistema de clasificación de los seres vivos, el orden es definido como el conjunto de todas las familias que se encuentran emparentadas entre sí, la integración de varios de estos órdenes forma un filo (Secretaría de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2000, pág. 76).

2.7.1.2 Familia

Las familias se agrupan a partir de las relaciones de tipo evolutiva o por su filogenia. Estos organismos agrupados presentan un ancestro en común; las especies se constituyen en un solo grupo y forman un género, mientras que los diferentes géneros con relaciones afines, forman parte de la clasificación bajo la denominación de familia, las mismas que se unen y forman los órdenes (León, 2011, pág. 62).

2.8 Indicadores biológicos

Los efectos de la contaminación son identificados por los diferentes organismos, comunidades o poblaciones, y por tanto son conocidas como indicadores biológicos, pues evidencia el daño ambiental (Chapman, 2007; citado en Elías et al., 2021).

Los indicadores pueden ser de tres tipos: el primero referido a especies capaces de ser indicadoras, la segunda categoría responde a índices de tipo univariados y la tercera categoría responde a índices de tipo multimétrico. En tal sentido los indicadores biológicos son una fuente simplificadora de datos y proporcionan información sobre el estado o calidad de los ecosistemas (Muniz et al., 2013; citado en Elías et al., 2021).

Por otro lado, los indicadores biológicos son reconocidos por ser un complemento para otras mediciones como por ejemplo la de los parámetros físicos y químicos del agua. Además, detectan el apareamiento de contaminantes debido a que, ciertas sustancias se pegan al cuerpo de los diferentes organismos (Gómez et al., 2020, págs. 58-60).

2.8.1 *Biological Monitoring Working Party Colombia (BMWP/COL)*

El índice BMWP/COL permite estimar la calidad de los diferentes ecosistemas de tipo acuático, esto a través de la identificación hasta el nivel taxonómico de familia. Los macroinvertebrados reciben una puntuación la cual va desde el 1 (como menos sensibles) al 10 (altamente sensibles), conforme a la tolerancia frente a la contaminación hídrica que tiene cada especie, en tal sentido las especies que más tolerables son, reciben una puntuación menor (Roldán, 2003; citado en Moreno y Alzate., 2021). La sumatoria de todos los puntajes de las diferentes familias dan como resultado el total para el índice BMWP/Col, el total de este puntaje es dividido para el número total de la taxa y en base al resultado obtenido se lo compara con los valores establecidos dentro de la metodología de Roldán, determinando así la calidad del agua (Roldán, 2003, pág. 29).

En la siguiente tabla se podrá observar las diferentes calidades de agua como parte de una evaluación cualitativa (buena, aceptable, dudosa, crítica y muy crítica), así como las puntuaciones para el índice BMWP/Col, además del significado de las diferentes puntuaciones con su color distintivo (ver Tabla 2-2).

Tabla 2-2: Descripción de las cinco clases de calidad de agua para los valores de BMWP/Col

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	> 150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Roldán, 2003.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

A continuación, se muestra los puntajes de las diferentes familias para el método BMWP/Col, estos puntajes van del 1 al 10. Los puntajes bajos representan condiciones de contaminación grave mientras que los valores altos representan una calidad de agua de limpia a muy limpia (ver Tabla 2-3).

Tabla 2-3: Puntajes para las diferentes familias bajo la metodología adaptada al BMWP/Col

Familias de macroinvertebrados	Puntaje
<i>Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae</i>	10
<i>Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeraeidae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae</i>	9
<i>Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelphusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae</i>	8
<i>Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyallidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptothypidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae</i>	7
<i>Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae</i>	6
<i>Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae</i>	5

Familias de macroinvertebrados	Puntaje
<i>Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae</i>	4
<i>Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae</i>	3
<i>Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae</i>	2
<i>Tubificidae</i>	1

Fuente: Roldán, 2003.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

2.8.2 Índice Average Score Per Taxon (ASPT)

El índice ASPT se encarga de evaluar el valor promedio de la tolerancia que sufren los organismos frente a la contaminación (ver Tabla 2-4). El índice se calcula tomando en cuenta el resultado obtenido del índice Biological Monitoring Party Colombia sobre N, que representa el número total de las familias utilizadas para el cálculo BMWP/Col (Restrepo y Salamanca, 2021, pág. 50).

Tabla 2-4: Rangos, valores y clasificación cualitativa/cuantitativa del índice biótico ASPT

Clase	Categoría de calidad	Clasificación cualitativa	Valor ASPT	Color
I	Muy buena	Aguas muy limpias	> 9 – 10	Azul
II	Buena	Aguas no contaminadas o alteradas de modo sensible	> 8 – 9	Azul claro
III	Aceptable	Se evidencia efectos de contaminación	> 6,5 – 8	Verde
IV	Dudosa	Aguas contaminadas	> 4,5 – 6,5	Amarrillo
V	Crítica	Aguas muy contaminadas	> 3 – 4,5	Naranja
VI	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	1 – 3	Rojo

Fuente: Restrepo y Salamanca, 2021.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

2.8.3 Índice Biológico Andino (ABI)

El Índice Biológico Andino tiene la capacidad de determinar la calidad ecológica de un ambiente acuático, apoyándose sobre los resultados del índice BMWP/Col y es aplicable para ríos

altoandinos localizados sobre los 2.000 m s n m. Este índice tiene una menor cantidad de familias de macroinvertebrados debido a que a gran altitud existe una mayor restricción en la distribución de ciertas familias (Meneses et al., 2019, pág. 300).

Para Robalino (2019, pág. 12) el Índice Biológico Andino asigna un puntaje que va desde el 1 al 10 en función a la sensibilidad de la contaminación de un cuerpo de agua, si las especies puntúan 10 estas son muy sensibles y si por el contrario tiene una puntuación de 1 las especies toleran el grado de contaminación del medio acuático.

A través de la siguiente ecuación se puede calcular el índice ABI:

$$ABI = \sum_{i=1}^n f_i P_i$$

En donde:

n = es el número total de las especies

f_i = a 1 si la especie se encuentra presenta y 0 si no lo esta

P_i = puntuación de la especie i

En la siguiente tabla se puede evidenciar las puntuaciones del ABI para las diferentes familias (ver Tabla 2-5).

Tabla 2-5: Puntuaciones para el Índice Biológico Andino del ABI con sus diferentes familias y ordenes

Orden	Familia	ABI
<i>Turbellaria</i>		5
<i>Hirudinea</i>		3
<i>Oligochaeta</i>		1
<i>Ostracoda</i>		3
<i>Hydracarina</i>		4
<i>Gasteropoda</i>	<i>Ancylidae</i>	6
	<i>Physidae, Hydrobiidae, Limnaeidae, Planorbidae</i>	3
<i>Bivalvia</i>	<i>Sphaeriidae</i>	3
<i>Amphipoda</i>	<i>Hyalellidae</i>	6
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	4
<i>Odonata</i>	<i>Leptohyphidae</i>	7
	<i>Gomphidae, Calopterygidae</i>	8
	<i>Leptophlebiidae, Oligoneuridae, Polythoridae</i>	10
	<i>Aeshnidae, Libellulidae, Coenagrionidae</i>	6
<i>Plecoptera</i>	<i>Belostomatidae</i>	4
<i>Heteroptera</i>	<i>Perlidae, Gripopterygidae</i>	10
	<i>Veliidae, Gerridae, Corixidae, Notonectidae, Naucoridae</i>	5

Orden	Familia	ABI
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydroptilidae</i>	6
	<i>Hydropsychidae</i>	5
	<i>Glossosomatidae, Limnephilidae</i>	7
	<i>Helicopsychidae, Calamoceratidae, Odontoceridae, Anomalopsychidae</i>	10
	<i>Leptoceridae, Polyentropodidae, Xiphocentronidae, Hydrobiosidae, Philopotamidae</i>	8
<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	4
<i>Coleoptera</i>	<i>Dystiscidae, Hydrophilidae</i>	3
	<i>Ptilodactylidae, Lampyridae, Psephenidae, Scirtidae, Elmidae, Dryopidae, Hydraenidae</i>	5
<i>Diptera</i>	<i>Psychodidae</i>	3
	<i>Syrphidae</i>	1
	<i>Blepharoceridae, Athericidae</i>	10
	<i>Simuliidae, Tipulidae</i>	5
	<i>Chironomidae, Culicidae, Musidae, Ephydriidae</i>	2
	<i>Tabanidae, Limoniidae, Ceratopogonidae, Diidae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Empididae</i>	4

Fuente: Rios et al, 2014.

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

Por otro lado, dentro del índice ABI se establecen la categorización de forma cualitativa y cuantitativa sobre la calidad del agua, en base al resultado obtenido, el agua se clasifica en muy mala, mala, moderada, buena y muy buena (ver Tabla 2-6).

Tabla 2-6: Descripción de la calidad del agua en base al índice ABI

Clase	Clasificación de la calidad del agua	ABI	Color
V	Muy buena	> 98	Azul
IV	Buena	61 - 97	Verde
III	Moderada	36 - 60	Amarillo
II	Mala	16 - 35	Naranja
I	Muy mala	< 15	Rojo

Fuente: Rios et al, 2014.

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

2.9 Monitoreo ecológico

El monitoreo ecológico es parte de un proceso en el que se recolecta información, la cual puede ser usada para proporcionar mejoras dentro del manejo de la biodiversidad y de todos sus elementos asociados. Los monitoreos permiten generar medidas que ayudan a la sostenibilidad y la conservación (Ordóñez et al., 2003, pág. 68).

Por su parte Romero y Acosta (2012, pág. 118) concuerdan en que un monitoreo ecológico es parte de un proceso constante, basado en la recolección de diversos datos, los cuales se aplican en función a las variables biológicas, físicas y químicas. Encontradas dentro de una comunidad o ecosistema ya sea esta en: años, meses o temporadas. Planteadas con la finalidad de determinar los cambios ocurridos en el medioambiente por diversos factores de tipo natural o antrópico.

Del mismo modo un monitoreo ecológico es definido como un componente esencial dentro del éxito de los diversos proyectos que buscan la restauración ambiental y son necesarios para determinar la efectividad de las diferentes estrategias planteadas para su restauración (Díaz et al., 2019, pág. 60).

2.9.1 Indicadores de monitoreo ecológico

Los indicadores utilizados para el monitoreo ecológico se definen como parte de un parámetro, variables cualitativas o cuantitativas, utilizadas para la medición de diversos fenómenos que se necesita conocer o analizar. De la misma forma son capaces de evaluar o describir un socioecosistema o un hábitat (Rusch y Fracassi, 2021, pág. 1).

2.9.1.1 Parámetros físicos del agua

Los parámetros físicos del agua se definen como aquellos que pueden ser observados a simple vista y dentro de los cuales se mencionan a los siguientes: turbidez, sólidos totales disueltos, potencial de hidrógeno (PH), oxígeno, salinidad, temperatura y conductividad eléctrica (Anchundia, 2022, pág. 26). A continuación, se refleja la descripción de cada uno de los parámetros físicos del agua (ver Tabla 2-7).

Tabla 2-7: Descripción de parámetros físicos del agua

Parámetro	Descripción
Color	<p>El color del agua es el resultado de la existencia de humus, plancton, residuos vegetales y materiales turbios. Los cambios dentro del color, son un índice determinante dentro de la calidad del agua (Borbolla et al., 2003, pág. 3).</p> <p>Según Roldán (2003, pág. 2) el color del agua es parte de la luz, la cual no ha sido absorbida, tendiendo a ser desde rojo hasta azul, todo esto dependiente de las diversas sustancias químicas que se encuentran suspendidas o disueltas en el recurso. Por tanto, el color es el resultado de la luz que actúa sobre los materiales mencionados con anterioridad.</p>

Parámetro	Descripción
Oxígeno	El oxígeno, es parte esencial para la respiración de las diferentes especies que viven en ambientes acuáticos. La concentración alta de oxígeno indica que el recurso es bueno mientras que, si el oxígeno es bajo, esta condición no permitirá la presencia de organismos aerobios (Quispe, 2018; citado en Escandón y Cáceres, 2022).
Temperatura	La temperatura, es un parámetro decisivo sobre la afectación a los diversos procesos biológicos, químicos y físicos del agua. La ausencia de vegetación presente en ambientes lacustres genera un aumento de la temperatura (Díaz y García, 2022, pág. 107).
Conductividad eléctrica	La conductividad eléctrica proporciona información sobre la capacidad que tienen los recursos hídricos para transportar corriente eléctrica, la cual se relaciona con las diferentes sales presentes y disueltas sobre el agua (Aumassanne y Fontanella, 2015, pág. 2). Para Guzhña (2023, pág. 23) la conductividad eléctrica es parte de un indicador de la infiltración de aguas de tipo residual, ya que altera el contenido del recurso hídrico con el suelo y las sales presentes.
Sólidos Totales Disueltos	Son aquellos elementos encontrados dentro de aguas contaminadas o limpias, dependiendo de su tamaño se las puede clasificar en sólidos volátiles, totales, sedimentables y disueltos (Quispe, 2018; citado en Escandón y Cáceres, 2022). Para Jácome (2014, pág. 16) los sólidos totales disueltos son el resultado del total de sales, minerales y metales disueltos sobre los ecosistemas acuáticos.
Salinidad	La salinidad en el agua es el resultado de la integración y disolución de diversos minerales, los cuales se encuentran sobre rocas o suelos. La salinidad es capaz de ser medida a través de la conductividad eléctrica y con la ayuda de un conductímetro (Moreno, 2013; citado en Lino, 2019).
Turbidez	Por su parte la turbidez, es el resultado de la opacidad encontrada sobre fuentes hídricas suspendidas por la arcilla, materia orgánica o inorgánica, limo u organismos microscópicos. La presencia de estas partículas permite concentrar el calor, haciendo que las aguas se vuelvan más turbias y esto reduzca la presencia del oxígeno (Quispe, 2018; citado en Escandón y Cáceres, 2022).
pH	El pH es definido como aquella escala de tipo numérica usada para determinar la alcalinidad o acidez de cualquier recurso hídrico (Vázquez y Guadalupe, 2016, pág. 11).

Parámetro	Descripción
	Su escala numérica va desde el 0 al 14, en donde si presentan un pH < 7 son consideradas como aguas ácidas, si el resultado es igual a 7 son consideradas como aguas puras y mientras que, si son > 7 se consideran como aguas de tipo alcalinas (Lim, 2006; citado en Vázquez y Guadalupe, 2016).

Realizado por: Rodríguez E., 2023.

2.9.1.2 Parámetros químicos del agua

Son aquellos que incluye a los elementos orgánicos, inorgánicos y gases. Los de tipo orgánico son capaces de medir el conjunto de material orgánico presente en el agua, cuando existe una mayor cantidad de este material menor es la calidad del agua. Aquí se encuentran los compuestos como: DBO (demanda bioquímica del oxígeno), DQO (demanda química del oxígeno) y el fósforo. Los de tipo inorgánico se encuentran compuestos por gases presenten en agua naturales tales como: nitrógeno, nitritos, nitratos, fosfatos y el nitrógeno amoniacal (Flores et al., 2019, pág. 115).

En la siguiente tabla se podrá observar la descripción correspondiente a cada uno de los parámetros químicos (ver Tabla 2-8).

Tabla 2-8: Descripción de parámetros químicos del agua

Parámetro	Descripción
Nitritos	El nitrito se encuentra presente dentro del agua como resultado de la oxidación del amoníaco o por la reducción de diferentes nitratos. Al encontrarse dentro del recurso hídrico, se puede mencionar que existe un grado de contaminación, esto debido a que el compuesto químico es inestable (Gil et al., 2018, pág. 115).
Nitratos	El nitrato es un compuesto esencial dentro del crecimiento de vegetales, granos y plantas (Sigler y Bauder, 2012, p. 1). El nitrato al igual que el nitrito son compuestos procedentes del nitrógeno (Londoño y Gómez, 2021, pág. 110). La existencia de actividades antrópicas elevan la presencia del nitrito dentro del agua, estas actividades pueden ser por la escorrentía de diversos fertilizantes o descargas de aguas residuales. Para que exista una nitrificación dentro de los recursos hídricos, esta depende del pH, temperatura y oxígeno disuelto (Cuarán y Ruiz, 2019; citados en Escandón y Cáceres., 2022).
Fosfato y fósforo total	El fósforo ayuda a la aceleración del crecimiento o desarrollo de las algas. El resultado de la eutrofización es dependiente de las diversas

Parámetro	Descripción
	<p>concentraciones del fosfato (Maza, 2017; citado en Escandón y Cáceres., 2022).</p> <p>El fósforo es el componente esencial dentro de la formación de moléculas del trifosfato de adenosina y del ácido nucleico. La presencia de este elemento químico es debido a la existencia de minerales y de rocas fosfatadas (Roldán, 2003, pág. 7).</p>
Nitrógeno amoniacal	<p>El nitrógeno amoniacal es el resultado de la degradación del compuesto químico denominado como nitrógeno orgánico, siendo este, parte de las acciones bacterianas que a través del tiempo oxida a los nitritos y nitratos (González, 2013; citado en Rosales., 2021).</p> <p>Para Ponce y Saetama (2023, p.1) el nitrógeno amoniacal es definido en términos simples como el nitrógeno convertido en amoniaco y se presenta dentro de aguas contaminadas o aguas residuales.</p>
Demanda química del oxígeno	Según Zambrano y Isaza (1998, pág. 280) la demanda química del oxígeno forma parte de los diversos análisis que se utilizan en laboratorio. Estos con la finalidad de establecer la cantidad del oxígeno necesario para oxidar los compuestos orgánicos presentes dentro de aguas de tipo residual.
Demanda biológica del oxígeno	La demanda biológica del oxígeno es definida como el total del oxígeno el cual se encuentra disuelto en el agua. La DBO es requerido por organismos acuáticos que realizan descomposición de tipo aeróbica a partir del material orgánico (Chaparro, 2020, pág. 25).

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

2.9.1.3 *Parámetros de microbiología del agua*

Se define como aquellos microorganismos vivos que existen en el medio acuático y tienen la capacidad de actuar como indicadores de la contaminación ambiental, aquí se encuentran: los coliformes totales, coliformes fecales, aerobios, hongos, mohos y levaduras (ver Tabla 2-9), que son con frecuencia empleados para identificar una alteración sobre la calidad de estos ambientes (Urseler et al., 2019, pág. 840).

Tabla 2-9: Descripción de parámetros de microbiología del agua

Parámetro	Descripción
Coliformes fecales y totales	Se define a coliformes, como aquellos indicadores de la contaminación de diversos alimentos o del agua (Fernández, 2017, pág. 70). Por tanto, los

Parámetro	Descripción
	coliformes totales son de origen fecal de animales y humanos (Peñafiel, 2014; citado en Escandón y Cáceres., 2022). Del mismo modo los coliformes fecales son indicadores de la contaminación del agua y son consideradas como bacterias de tipo patógena, dentro de las cuales se destaca a: <i>Enterobacter</i> sp, <i>Escherichia coli</i> y <i>Citrobacter freundii</i> . Estas bacterias son localizadas de forma natural dentro del aparato digestivo de animales y personas (Zhen, 2009; citado en Escandón y Cáceres., 2022).
Aerobios	Son aquellos microorganismos que se desarrollan siempre y cuando exista oxígeno y una temperatura la cual va desde los 20 °C hasta los 45°C (Amazará y Quintero, 2022, pág. 2).
Mohos	Son microorganismos con características filamentosas responsables de llevar a cabo la descomposición de los alimentos. Se adaptan bien a diferentes temperaturas, las cuales van desde los 25 °C hasta los 30 °C (Rodríguez et al., 2014, pág. 3).
Hongos	Son organismos eucariotas saprófitos, los cuales presentan filamentos. En cuanto a su reproducción los hongos lo hacen de forma sexual o asexual utilizando sus esporas. En cuanto a su distribución se los puede localizar en diferentes hábitats y con diferentes condiciones ambientales (Harvey et al., 2008, pág. 7).
Levaduras	Se define como levadura a aquel conjunto de hongos de tipo unicelulares, los cuales se distribuyen en toda la naturaleza (Mendoza, 2005, págs. 1-10).

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

2.10 Normativa para uso estético y recreativo del agua

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente (2015, pág. 17) la normativa es un documento reconocido bajo diversas leyes, las cuales tienen como objetivo principal el control y prevención de la contaminación ambiental con lo que respecta al recurso agua, bajo este aspecto la norma protege la calidad del recurso para los diversos usos como recreativos y estéticos. Asegurando de este modo la integridad de los ecosistemas, personas y el ambiente.

2.10.1 *Uso recreativo*

El uso recreativo es definido bajo contacto primario como el recurso hídrico utilizado para realizar diversas actividades como: natación, buceo y baños medicinales. Bajo contacto secundario se utilizan para deportes náuticos y la pesca artesanal (Ministerio del Ambiente, 2015, pág. 17).

2.10.1.1 *Contacto primario*

El contacto primario es definido como la utilización del recurso hídrico para actividades en donde el ser humano realiza inmersiones (López, s.f., pág. 2). En la siguiente tabla se refleja los criterios, así como los valores permisibles para el uso del agua con fines recreativos según el Texto Unificado de Legislación Secundaria (ver Tabla 2-10).

Tabla 2-10: Descripción de los criterios de calidad del agua para fines recreativos por contacto primario

Parámetro	Unidad	Criterio de calidad
Parásitos Nemátodos Intestinales		Ausencia
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	200
Coliformes Totales	NMP/100 ml	2000
Compuestos fenólicos	mg/l	0,002
Grasas y aceites	mg/l	Ausencia
Material flotante		Ausencia
Oxígeno Disuelto	% de saturación	> 80
pH		6,5 – 8,3
Relación Nitrógeno/Fósforo Total	mg/l	15:1
Tensoactivos	mg/l	0,5

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

2.10.1.2 *Contacto secundario*

El contacto secundario hace referencia a aquellas actividades las cuales no requieren un contacto directo con el agua. En la siguiente tabla se podrá observar los parámetros establecidos para evaluar la calidad del agua, así como los valores permisibles dentro de la normativa (ver Tabla 2-11).

Tabla 2-11: Descripción de los criterios de calidad del agua para fines recreativos por contacto secundario

Parámetro	Unidad	Criterio de calidad
Parásitos Nemátodos Intestinales		Ausencia
Coliformes Totales	NMP/100 ml	4000
Oxígeno Disuelto	% de saturación	> 80
Potencial Hidrógeno	pH	6 – 9
Tensoactivos	mg/l	0,5
Grasas y aceites		Ausencia
Material Flotante		Ausencia
Relación Nitrógeno/Fósforo Total		15:1

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

2.10.2 *Uso estético*

El uso estético es definido como la percepción del contacto visual que realiza el humano sobre los diversos elementos presentes en la naturaleza. La estética de los paisajes se establece a partir de la generación de condiciones, sensaciones y sentimiento, influyentes dentro de la interpretación del recurso (Briceño et al., 2012, pág. 26).

El agua tiene otro uso, el cual le permite aprovechar la belleza escénica de estos cuerpos ya que presentan cualidades únicas sobre los elementos que complementan su presencia. Bajo este contexto, dentro del uso estético (ver Tabla 2-12) se establece la ausencia de: material flotante, espumas, grasas, aceites, color, sabor, olor, turbiedad < 20% bajo las condiciones de naturalidad de la turbiedad en UTN, oxígeno disuelto no > 60% y relación Nitrógeno/Fósforo de 15:1 (Ministerio del Ambiente, 2015, pág. 18).

Tabla 2-12: Descripción de los criterios de calidad para uso estético

Parámetro	Unidad	Criterio de calidad
Material flotante		Ausencia
Espumas provenientes de la actividad humana		Ausencia
Grasas y aceites	mg/l	Ausencia
Color/Olor/Sabor		Ausencia
Turbiedad		< 20% UTN
Oxígeno Disuelto	% de saturación	> 60%
Relación Nitrógeno/Fósforo		15:1

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

2.10.3 Uso para la conservación de vida acuática

Según el Ministerio del Ambiente (2015, pág. 13) se define al uso para la conservación de vida acuática a aquellas actividades que pretenden mantener o proteger la vida natural de los diversos ecosistemas sin generar alteraciones. Estos criterios de calidad de agua se establecen con la finalidad de extraer, aprovechar, permitir la supervivencia y reproducción de especies acuáticas. En la siguiente tabla se puede observar los criterios de permisibilidad contemplados en el TULSMA, sobre la calidad del agua para la conservación o preservación de la vida acuática en aguas dulces, estuarios y marinos (ver Tabla 2-13).

Tabla 2-13: Descripción de los criterios de calidad del agua del uso para la conservación de vida acuática en aguas dulces y marinas/estuarios

Parámetro	Unidad	Criterio de calidad	
		Agua dulce	Aguas marinas/estuarios
Amoníaco Total	mg/l	-	0,4
Oxígeno Disuelto	% de saturación	> 80	> 60
Nitritos	mg/l	0,2	
Nitratos	mg/l	13	200
Demanda Química del Oxígeno	mg/l	40	-
Demanda Bioquímica del Oxígeno	mg/l	20	-

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

2.11 Medidas de manejo ambiental

Las medidas de manejo ambiental se plantean con la finalidad de conservar, mitigar, superar y rehabilitar los elementos ambientales que a través del tiempo han logrado ser afectados, estas medidas son de dos tipos: correctivas y preventivas. Las primeras se establecen con el propósito de recuperar o restaurar y las segundas se proponen para prevenir el avance de intervenciones de tipo antrópico (Jaramillo, 2021, pág. 23).

Las medidas de manejo ambiental se reflejan sobre un plan que según el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019, pág. 87) se establecen en función a la naturaleza de la actividad, obra o proyecto que contiene diversos sub-planes, que se determinan en base a los impactos/aspectos o riesgos ambientales identificados en el área.

Las medidas de manejo ambiental permiten resolver los problemas evidencian dentro del diagnóstico y se logran constituir como un aporte en la gestión de los espacios (Leal y Bolaños, 2015; citados en Rodríguez y Carvajal., 2019).

2.12 Planificación para la conservación de áreas

La metodología denominada Planificación para la Conservación de Áreas o PCA, fue creada por la organización The Nature Conservancy, como parte de una herramienta capaz de diseñar acciones y estrategias, las cuales buscan proteger la biodiversidad. Constituyéndose como una metodología barata y eficaz dentro de América Latina. La PCA propone el desarrollo de cinco S, siendo esos los pasos para el desarrollo de su metodología, los cuales son: sistemas, presiones, fuentes de presión, estrategias y éxito (Granizo et al., 2006, pág. 3).

Según el Ministerio del Ambiente (2013, pág. 106) los pasos metodológicos utilizados dentro del PCA son: la identificación de factores claves por condición y tamaño, el segundo paso son el establecimiento de umbrales de rangos de naturalidad, el tercer paso es la evaluación del estado actual de los factores claves a través de la utilización de fuentes o presiones y el cuarto paso es la determinación de metas establecidas para la conservación y mitigación de las diversas fuentes de presión.

2.12.1 Análisis de amenazas y oportunidades para un valor de conservación

Se define como una herramienta capaz de identificar los fenómenos de tipo natural y actividades humanas, las cuales generan impactos sobre los valores de conservación dentro del área, comprometiendo de este modo su estado actual y de conservación (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, 2012; citado en Ministerio del Ambiente, 2013).

Para el análisis de amenazas y oportunidades para un valor de conservación se establecen 3 pasos: al momento de establecer los valores de conservación es importante de reconocer sus diferentes amenazas, es necesario la jerarquización de las amenazas para establecer las de prioridad crítica, además de las oportunidades vinculadas con los diferentes actores sean estos de dos tipos privados o públicos (Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación, 2013, págs. 15-17).

2.12.1.1 Objetos de conservación

Los objetos de conservación son valores, entidades o características de elementos los cuales se desea conservar dentro de un área, estas pueden ser: ecosistemas, especies o aspectos de gran

importancia para la biodiversidad. Los objetos de conservación pueden ser de dos tipos: naturales o culturales (Granizo et al., 2006, pág. 15).

Los objetos de conservación de tipo natural, se definen como aquellos elementos pertenecientes a comunidades, especies (amenazadas, endémicas, bandera, claves o paraguas) y sistemas ecológicos. Siendo elementos únicos encontrados dentro de las diferentes formas de organizaciones biológicas a diferente escala geográfica (Groves et al., 2000, pág. 14).

Los objetos de conservación culturales pueden ser de dos tipos: inmateriales representado por prácticas, simbolismos o cosmovisiones de un grupo de personas. Los de tipo material se caracterizan por ser elementos tangibles capaces de ser vistos a simple vista (Granizo et al., 2006, págs. 22-23).

2.12.1.2 *Amenazas directas*

Las amenazas se definen como la probabilidad de que un evento o suceso pueda ser desastroso dentro de un período específico de tiempo. Las amenazas directas son producto de las diversas actividades humanas, las cuales pueden causar una degradación o devastación sobre los objetos de conservación naturales o culturales (Corporación Nacional Forestal, 2017, pág. 64).

2.12.1.3 *Amenazas indirectas*

Según la Corporación Nacional Forestal (2017, págs. 84-89) las amenazas indirectas son definidas como aquellos factores que son influyentes sobre la presencia de probabilidad de ocurrencia de las amenazas directas constituyéndose, así como oportunidades para los objetos de conservación.

2.12.1.4 *Oportunidades*

Las oportunidades son factores positivos producidos dentro de un territorio, estos elementos contribuyen a los objetos de conservación de forma directa o indirecta. Además, son parte esencial para la definición de acciones de conservación del recurso identificado. Las oportunidades pueden ser de dos tipos: de complementación o de colaboración (Corporación Nacional Forestal, 2017, págs. 182-196).

2.12.1.5 *Objetivos*

Dentro del análisis de amenazas y oportunidades para los valores de conservación, se establecen objetivos los cuales deben responder a la problemática observada dentro de los objetos de conservación. Estos objetivos deben ser precisos, realistas, claros y alcanzables y deben iniciar con un verbo en infinitivo pues indican las acciones del evento y lo que se desea cumplir (Arias et al., 2020, pág. 239).

2.12.1.6 *Resultados*

Son definidos como aquellas metas o cambios que se espera obtener dentro del mediano plazo y corto plazo sobre las estrategias y las amenazas indirectas, evidenciadas sobre los valores de conservación (Ministerio del Ambiente, 2013, pág. 123).

2.12.1.7 *Estrategias*

Las estrategias son pasos necesarios para alcanzar los objetivos planteados sobre los valores de conservación. Es el camino necesario para afrontar las diferentes amenazas y problemas identificados dentro del área, todo esto con el fin de aprovechar las oportunidades. Las estrategias dentro de la metodología planificación para la conservación de áreas son llamadas también como: programas de manejo (Ministerio del Ambiente, 2013, p.123).

2.12.2 *Estrategias de manejo*

Para entender el concepto de estrategias de manejo es importante entender a que hace referencia una estrategia, según Bayón (2019, págs. 25-26) representa una planificación propuesta a largo plazo, en donde se analiza de forma sistemática el entorno para generar alternativas de tipo estratégico y que permitan la participación de forma directa de quienes dependen estas acciones.

Las estrategias de conservación o manejo permiten generar conciencia ambiental sobre los espacios y reparte responsabilidades sobre las personas encargadas de su protección (Rubina et al., 2021, pág. 14). De este modo se procura la conservación de los elementos de la biodiversidad con el fin de evitar un daño mayor a lo evidenciado por diversas presiones antrópicas.

Para Moncada (2019, pág. 50) las estrategias de manejo se plantean, debido al gran valor e interés que existe para la humanidad, pues la biodiversidad es capaz de satisfacer sus necesidades. De

allí la urgencia de plantear estrategias que permitan su conservación generando de este modo un modelo propio de la sustentabilidad ambiental a largo tiempo.

2.12.3 Programas de manejo

Para la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (2018, pág. 11) los programas de manejo se emplean dentro de los diferentes planes de manejo ambiental como medidas utilizadas para la compensación, mitigación y prevención de impactos, generados dentro de algún proyecto y sobre algún componente ambiental o social.

Rincon (2018, pág. 20) concuerda en que los programas de manejo, generan estrategias las cuales permiten controlar y evaluar los impactos causados sobre los componentes socioambientales producidos ya sea sobre el agua, suelo, aire, flora, fauna o la misma comunidad receptora.

2.12.3.1 Programa para la Comunicación, Educación y Conciencia Pública (CEPA)

Un programa CEPA, es una herramienta que procura motivar, movilizar y atraer las diferentes acciones sean estas colectivas o individuales en función a la conservación de la biodiversidad. El CEPA presenta diversos instrumentos sociales como: diálogos, educación e intercambio de la información con la finalidad de desarrollar diversas capacidades en pro de la diversidad biológica (Hesselink et al., 2007, pág. 17).

A través de la colaboración y apoyo por parte de grupos sociales, organizaciones y personas, se puede reducir de forma significativa la pérdida de la biodiversidad. La participación se convierte en una herramienta, la cual genera oportunidades y apoya a los actores a la toma de diversas decisiones. La información generada se vuelve significativa y ayuda en la reducción de comportamientos negativos presentes sobre el territorio; los programas CEPA además apoyan en el desarrollo y gestión de los proyectos (Hesselink et al., 2007, págs. 21-24).

2.12.3.2 Programa de turismo sostenible

La actividad turística dentro de espacios naturales debe ser realizadas de manera sostenible, con la finalidad de maximizar los beneficios y minimizar los diversos daños que pueden ocurrir al momento de planificar las actividades turísticas (Gómez et al, 2010; citados en Chávez et al., 2019). Los programas de manejo de turismo deben ser capaces de: entender las motivaciones y expectativas de los visitantes. Y a su vez las instalaciones turísticas deben considerar las amenazas en función a los elementos culturales y biofísicos del área (Eagles y McCool, 2010; citados en Chávez et al., 2019).

Para Lastra (2018, pág. 81) el manejo de los turistas o visitantes dentro de espacios naturales debe ser responsable y a través de técnicas de interpretación ambiental y valorización de los recursos, se debe armonizar el uso público y turismo, tomando en cuenta la conservación de los elementos ambientales.

2.12.3.3 Programa para el diseño de proyectos de educación ambiental

La educación ambiental se crea con la finalidad de solventar los problemas ambientales suscitados dentro de los ecosistemas, debido al avance de las industrias y la economía mundial. Frente a esta realidad los programas de educación ambiental, son herramientas que permiten generar cambios en la forma de interpretación de la naturaleza, aumentar los valores y la práctica. Desde la práctica los programas de educación ambiental generan una realidad más amplia sobre la cultura ambiental y se mejora la calidad de vida de las personas (Cruz, 2022, pág. 725).

Los programas de educación ambiental deben centrarse en la solución de los diversos problemas ambientales pues son consideradas como herramientas pedagógicas dirigidas hacia la sostenibilidad de los recursos (Medina, 2021; citado en Rodríguez y Flores., 2022). Dentro de América Latina, la educación ambiental se ha convertido en un instrumento importante para la gestión del medio ambiente (Rodríguez y Flores, 2022, pág. 1993).

La educación ambiental ayuda a entender las etapas de formación académica, las cuales se establecen para crear y promover una responsabilidad en función a la preservación, control y conservación del medio ambiente, todo esto con la finalidad de evitar riesgos de tipo socioambiental (Arauz et al., 2020; citados en Blanco et al., 2022).

2.12.4 Proyectos

Para Carrión y Berasategi (2010, pág. 12) los proyectos se crean como un proceso, el cual presenta actividades las cuales se planifican, se ejecutan y se evalúan. Los proyectos cuentan con recursos financieros finitos, técnicos y humanos. Los proyectos tienen la finalidad de conseguir un resultado final, mantener un equilibrio entre los costos, buscan cumplir un tiempo establecido y finalmente satisfacen las necesidades de la población o usuarios.

El ciclo del proyecto consiste en varias fases, las cuales parten desde: el diseño, la planificación, la ejecución, el seguimiento o control y la evaluación o cierre (Carrión y Berasategi, 2010, págs. 14-15). Dentro de los planes estratégicos, los proyectos definen objetivos, los cuales apuntan hacia la búsqueda de la situación esperada. Y puede afectar a diversos factores tanto externos como

internos. De forma externa a través de la utilización de los recursos necesarios para la gestión como: tiempo y costo (Montero et al., 2020, pág. 682).

Por otro lado, los proyectos se encargan de controlar, coordinar y organizar las actividades, con la finalidad de alcanzar los objetivos establecidos. De este modo surgen de la necesidad y pueden tratarse sobre ámbitos: educativos, ambientales, económicos o sociales (Montero et al., 2020, pág. 682).

2.12.5 Actividades

Según Vargas (2023, pág. 1) una actividad es una necesidad, finalidad, motivo o condiciones.

2.13 Marco lógico

El marco lógico se define como una herramienta necesaria a la hora de diseñar, ejecutar, conceptualizar y evaluar proyectos. Se orienta hacia la identificación de beneficiarios con la finalidad de facilitar la comunicación y participación de los diversos interesados. La metodología del marco lógico consiste en un análisis de problemas, análisis de involucrados, jerarquización e identificación de objetivos y finalmente en la elección de estrategias (Ortegón et al., 2005, págs. 13-42).

La matriz de marco lógico se encuentra compuesta por cuatro columnas: un resumen narrativo, los indicadores, formas o medios de verificación y presupuestos. Además, cuenta con cuatro filas: fin o propósito, resultados y actividades (Ortegón et al., 2005; citados en Torrado et al., 2022). Para la estructuración de marco lógico, se debe analizar diversas alternativas, basadas en los problemas identificados y la determinación de objetivos con la finalidad de buscar soluciones (Balanzátegui et al., 2019, pág. 6).

2.14 Perfil de estrategias

El perfilamiento de las estrategias permite construir un proceso dialéctico, organizado y de forma consiente, en función a los contenidos construidos, sirviendo de guía metodológica para el aprendizaje de los individuos y la sociedad (Callisaya, 2020, pág. 1879).

2.15 Propuesta de financiamiento

Dentro del Ecuador los procesos de financiamiento suelen convertirse en un obstáculo en el desarrollo de proyectos de cualquier tipo, el financiamiento se encarga de otorgar una mejora al

desarrollo de las empresas y de los propios proyectos, pues permiten el desarrollo de las actividades planificadas dentro del marco lógico (Lujerio, 2021, págs. 14-24).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Monitorear la condición turística y ambiental de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta

3.1.1 Caracterización del atractivo turístico laguna de Colta

Para el cumplimiento del primer objetivo se realizó una investigación secundaria, investigación de campo e investigación cartográfica. Empezando de este modo por la caracterización del atractivo turístico laguna de Colta, luego evaluando la condición turística y finalmente la condición ambiental.

Para la caracterización del atractivo turístico se empleó la Metodología para la Jerarquización de Atractivos y Generación de Espacios Turísticos propuesto por el MINTUR, utilizando el método de observación directa y bajo la técnica documental y de campo, se identificó, evaluó, ponderó y jerarquizó el atractivo. El procedimiento para la caracterización del atractivo turístico consistió en las siguientes fases (ver Ilustración 3-1).

1.- Levantamiento de la información primaria y secundaria

Este primer paso consistió en el levantamiento de información a través de la ficha propuesta por el MINTUR. Esta información se recopiló en el territorio, con informantes claves como instituciones y comunidades locales.

2.- Evaluación de criterios

Para la evaluación de criterios se analizó aquellos relacionados con el Índice de Competitividad Turística: accesibilidad y conectividad, planta turística, estado de conservación, políticas y regulaciones y actividades que se practican. Además, de los criterios relacionados con la demanda: difusión, registro de visitantes y recurso humano.

3.- Ponderación de atractivos

El elemento de ponderación responde a las competencias y capacidad institucional. Al existir una ponderación alta se determina que la competencia del atractivo le corresponde al gobierno seccional o al estado. Mientras que, al existir una ponderación menor la competencia del atractivo le corresponde a la autoridad nacional.

4.- Jerarquización del atractivo

Finalmente, los criterios propuestos presentan un puntaje alcanzado sobre 100 puntos. Y a través de los rangos se determina la jerarquía del atractivo.

Rangos:

86-100 (jerarquía IV); 61-85 (jerarquía III); 36-60 (jerarquía II); 11-35 (jerarquía I); 0-10 (recurso)

Ilustración 3-1: Proceso para el levantamiento y jerarquización de atractivos turísticos

Fuente: MINTUR, 2018

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

3.1.1.1 Identificación de los sitios de visita y puntos de muestreo

Luego de realizar la caracterización del atractivo turístico laguna de Colta, se identificó los sitios de visita y puntos de muestreo tomando en cuenta la descripción física, forma y espacio de los tres sitios. Dentro de la identificación de los sitios de visita, se estableció un corte longitudinal para el estudio, el cual fue de 4 monitoreos con una periodicidad de 3 meses tomando en cuenta tres sitios de visita, estos fueron seleccionados debido a que presentan microhábitats diferentes, usos turísticos y a una distancia de entre 10 m a 20 m, esto con la finalidad de asegurar la independencia de la muestra. Bajo este contexto se utilizó diversas técnicas, dentro de las que destacan: observación directa en campo, recolección y procesamiento de muestras terminando así en un análisis de datos.

Los tres sitios de visita fueron identificados bajo un código alfa numérico. En donde el primero es designado como el número de la laguna (7) para Colta, el segundo representado por el carácter (B) debido a que la laguna no se encuentra dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y un tercer carácter que representa el número de cada sitio de muestreo (1, 2, 3) (ver Tabla 3-1).

Tabla 3-1: Corte longitudinal y descripción geográfica de la laguna de Colta

Laguna de Colta					
Puntos de muestreo	Código del sitio	Fecha de muestreo	Coordenadas		Descripción del sitio de muestreo
			Latitud	Longitud	
Sitio de visita 1	7B1	14/10/2022 20/01/2023 14/04/2023 23/06/2023	1° 43' 31.1" S	78° 45' 37.9" W	La forma del sitio es vertical y presenta una pendiente baja, la cual va de 0% a 5%. Además, se caracteriza por ser una zona turística pues se llevan a cabo actividades como: caminatas, observación de flora y fauna.
Sitio de visita 2	7B2	14/10/2022 20/01/2023 14/04/2023 23/06/2023	1° 43' 30.5" S	78° 45' 28.7" W	El sitio de muestreo se encuentra sobre un área rural. La forma del sitio es empinada > 45°, con sedimento de 10 a 20 cm. Y se encuentra conformado por macrófitas acuáticas.
Sitio de visita 3	7B3	14/10/2022 20/01/2023 14/04/2023 23/06/2023	1° 44' 23.5" S	78° 45' 2.8" W	La forma del sitio 7B3 es empinado, teniendo una pendiente baja, que va de 5% a 9%. Encontrándose rodeada por totora y sedimento mayor a los 20 cm.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

3.1.2 Monitoreo de la condición turística

Para realizar el monitoreo de la condición turística se establecieron los indicadores en función al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Código Orgánico del Ambiente (CODA) y al Reglamento del Código Orgánico del Ambiente (RCODA) (ver Tabla 3-2).

Tabla 3-2: Indicadores para el monitoreo de la condición turística

Componente	Atributo	Indicador
Agua	Material flotante de origen antrópico	Cantidad del material flotante
	Olor	Tipo de olor
	Espumas de origen antrópico	Tamaño de las espumas de origen antrópico
	Color	Tipo de color
Suelo	Basura orgánica	Cantidad de basura orgánica
	Basura inorgánica	Cantidad de basura inorgánica
Flora	Vegetación	Alteración de la vegetación
Paisaje	Cambios en el paisaje	Actividades antrópicas que producen cambios en el paisaje

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

Luego de seleccionar a los indicadores para cuerpo de agua, suelo, flora y paisaje a continuación se establecieron protocolos previos para su recolección.

○ Agua

Para el atributo material flotante de origen antrópico se requirió de una red, pesa, guantes de *latex* y mascarilla. El método consistió en la recolección de todo el material flotante que se encontraba sobre el espejo de la laguna. Y de forma específica a los alrededores del sitio de visita, el material recolectado se colocó sobre un tamiz, esto con la finalidad de destilar el agua presente en el material flotante. Luego se procedió a colocar lo recolectado en una funda de plástico y se pesó la cantidad del material y se anotó el resultado en la ficha técnica.

Para el atributo espumas de origen antrópico no se requirió de ningún equipo en específico ya que este se determinó a través de la observación directa en campo. De este modo se observó si dentro del sitio de vista existía ausencia o presencia. Al existir la presencia en la laguna se determinó el color, número de segmentos y la longitud de segmentos. El resultado obtenido se lo escribió dentro de la ficha de condición turística.

Para determinar el color de la laguna se tomó muestras del agua dentro de los tres sitios de visita. Estas fueron llevadas al laboratorio de SA de la UNACH y allí se determinó el resultado. Además, para determinar el olor se recolectó en un balde agua de la laguna y mediante el criterio técnico de los investigadores se determinó el tipo de olor sea este inodoro, metálico, a sulfuro, vegetal, pídrico o pescado. El dato obtenido fue registrado en la ficha para este parámetro.

- Suelo

Para el componente suelo y el atributo basura orgánica e inorgánica se requirió de la preparación de los siguientes materiales: guantes de lates, fundas industriales negras, pesa, fundas de plástico de 30 x 40 centímetros y mascarilla. Estos materiales se prepararon 1 día antes de la salida de campo.

Para obtener el resultado se empezó a recolectar la basura orgánica dentro de un perímetro de 10 metros del sitio de visita. El material recolectado fue pesado y su dato registrado en la ficha. El mismo procedimiento se llevó a cabo para la basura inorgánica. Finalmente se tomó las fotografías de cada uno de los sitios de visita de forma frontal, panorámica, derecha e izquierda.

- Flora

Para el componente flora se tomó como referencia 6 actividades, las cuales son de origen antrópico. Las actividades evaluadas dentro de este parámetro fueron: quema de vegetación, fogatas que incluye corte de ramas, actividades agrícolas no permitidas que consiste en la eliminación de la vegetación, actividades pecuarias no permitida tales como pisoteo y alimentación, extracción de vegetación y troceo de la vegetación. El dato se lo cuantifico a partir del número de incidencias evidenciadas en los tres sitios de visita.

- Paisaje

Para el componente paisaje se realizó una observación directa con respecto a las actividades de origen antrópico que generan un cambio en el paisaje. Este dato se lo obtuvo a partir del número de incidencias por la actividad. Las actividades evaluadas fueron: agrícola no permitida, pecuaria no permitida, rituales culturales, quema de vegetación, basura de visitantes, fogatas, desechos de materiales de pesca, desechos de materiales de construcción y modificación del sitio para adecuación turística.

3.1.3 Monitoreo de la condición ambiental

- Agua

Esta investigación se realizó en la laguna de Colta y su análisis se llevó a cabo dentro del laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo en conjunto con el laboratorio de entomología de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Por tanto, este estudio tiene un enfoque cualitativo, que consiste en la observación y el análisis de aquellos acontecimientos, sin que exista una intervención en el curso de los elementos naturales (Manterola y Otzen, 2014; citados en Quigla, 2023).

Luego de obtener los resultados del monitoreo de la condición turística a continuación, se seleccionó los indicadores para el monitoreo de la condición ambiental, los cuales se establecieron en función a la normativa de calidad de agua para uso estético, recreativo y de preservación de vida silvestre (ver Tabla 3-3).

Tabla 3-3: Indicadores de muestreo según TULSMA

Normativa de Calidad	Parámetro	Criterio de calidad
Contacto primario: fines recreativos	Coliformes Fecales	200
	Coliformes Totales	2000
	Grasas y aceites	Ausencia
	Material flotante	Ausencia
	Oxígeno Disuelto	> 80
	pH	6,5 – 8,3
	Relación Nitrógeno/Fósforo Total	15:1
Contacto secundario: fines recreativos	Coliformes Totales	4000
	Oxígeno Disuelto	> 80
	Potencial Hidrógeno	6 – 9
	Grasas y aceites	Ausencia
	Material Flotante	Ausencia
	Relación Nitrógeno/Fósforo Total	15:1
	Material flotante	Ausencia
Uso estético	Espumas provenientes de la actividad humana	Ausencia
	Grasas y aceites	Ausencia
	Color/Olor/Sabor	Ausencia
	Turbiedad	< 20% UTN
	Oxígeno Disuelto	> 60%
	Relación Nitrógeno/Fósforo	15:1

Normativa de Calidad	Parámetro	Criterio de calidad
	Amoniaco Total	-
Uso para la conservación de vida acuática y silvestre	Oxígeno Disuelto	> 80
	Nitritos	0,2
	Nitratos	13
	Demanda Química del Oxígeno	40
	Demanda Bioquímica del Oxígeno	20

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

Al identificar los indicadores de monitoreo dentro de la laguna de Colta se establecieron protocolos para el muestreo de agua en campo, en tal sentido se tuvo en cuenta cuatro momentos: el primero a través del requerimiento de materiales y equipos, el segundo por medio de la preparación de materiales y equipos, el tercer momento a través de la colecta de agua y el cuarto con el procesamiento y análisis de muestras en el laboratorio (ver Ilustración 3-2).

1.- Fase de campo: momento de requerimiento de material y equipos para la recolección de muestras de agua

Previo la colecta de muestras de agua se requirió de la búsqueda de los siguientes materiales y equipos: 3 botellas de plástico de 2 l, 3 frascos de plásticos de 50 ml, multiparámetro, 3 *coolers*, papel film, piceta, marcador permanente, botas de campo, gorra, masqui transparente y cuerdas.

2.- Fase de campo: momento de preparación de materiales y equipos para la recolección de muestras de agua

Para la preparación de materiales y equipos en primer lugar, se llenó la información de las etiquetas para cada sitio de visita, luego se etiquetó las 3 botellas de plástico y se colocó los baldes sobre una gaveta.

Además se calibró la sonda del multiparámetro HQ40D, la cual mide el oxígeno disuelto, sólidos totales y conductividad eléctrica.

3.- Fase de campo: momento de colecta de muestras de agua

Los 3 sitios de visita se ubicaron alejados entre si con la finalidad de justificar la independencia de las muestras. En cada sitio se tomó la latitud, longitud y altitud (coordenadas geográficas). Además de la toma de fotografías en diferentes ángulos. Con la finalidad de evitar una contaminación cruzada y alteración de datos se tomó las muestras químicas del agua (Ph, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos disueltos totales, NO₃, NO₂, NH₃-N, PT, COD, PO₄, TN, COD, BOD, dureza total, coliformes fecales y totales, alcalinidad y turbidez).

4.- Fase de laboratorio: procesamiento de muestras de agua

Luego de obtener las muestras, se midieron los diferentes parámetros químicos y de microbiología dentro del laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH.

5.- Fase de gabinete

Dentro de esta fase se registraron los datos obtenidos en una matriz estructurada la cual contenía, sitio de muestreo, fecha, resultados de parámetros físicos/químicos y de microbiología.

Ilustración 3-2: Protocolos para muestreo de agua en campo

Fuente: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2022

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

-Parámetros físicos del agua

Dentro del monitoreo de la condición ambiental se tomó en cuenta las siguientes técnicas: se inició obteniendo los parámetros físicos a través de un multiparámetro HQ40D y con la ayuda de 3 sondas, las cuales fueron sumergidas dentro del cuerpo de la laguna, se obtuvo los parámetros pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto/oxígeno disuelto saturado y sólidos totales disueltos (ver Tabla 3-4).

Tabla 3-4: Metodología para la obtención de parámetros físicos del agua en campo

Parámetro	Descripción
Ph	Se inició sumergiendo la sonda durante 1 minuto en cada uno de los sitios de visita. El dato arrojado por el multiparámetro debía ser estabilizado para luego ser registrado dentro de la ficha de condición ambiental. Posteriormente se lavó la sonda con agua destilada, se la secó con papel y se la guardó.
Temperatura	Se sumergió la sonda dentro de la laguna y el valor reflejado se registró en la ficha. Luego de utilizarla se la lavo con agua destilada y se la guardó.
Conductividad eléctrica	Se sumergió el electrodo sobre el cuerpo de la laguna con una duración de 1 minuto, registrando así el dato en la ficha y guardando la sonda.
Sólidos totales disueltos	Para la obtención de este parámetro se sumergió el electrodo en el sitio de la laguna, durante 1 minutos esperando hasta que se estabilice y registrando el dato de TDS sobre la ficha. Al finalizar la medición se lavó el equipo con agua destilada.
Oxígeno disuelto	Se utilizó el electrodo sobre el sitio de visita de la laguna cubriendo de este modo la membrana del equipo y esperando hasta que se estabilice durante el tiempo de 1 minuto. El valor obtenido se registró en mg/L en la ficha.

Fuente: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2022.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

Una vez colectada las muestras de los parámetros físicos en campo, se realizó el procesamiento dentro del laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH. A continuación, se describe la técnica utilizada para determinar la turbidez como parámetro físico (ver Tabla 3-5).

Tabla 3-5: Metodología para la obtención de parámetros físicos del agua en laboratorio

Parámetro	Descripción
Color	Para la obtención de este parámetro se utilizó el equipo de medición denominado como espectrofotómetro HACH DR5000 mediante el método 2120 – C. El procedimiento para este parámetro consistió en agitar la muestra de agua en un lapso de tiempo de 1 minuto. Se colocó dentro de una celda de agua destilada y se buscó el código 120 dentro del fotómetro. Se ubicó el agua destilada para que el valor sea de 0 dentro del fotómetro. Al colocar la muestra se registró el valor.
Turbidez	El equipo de medición utilizado fue un turbidímetro a través del método nefelométrico 2130 B. El procedimiento de este parámetro consistió en agitar una muestra de agua durante un lapso de tiempo de 1 minuto hasta que se homogenice. Luego de este proceso se colocó en 25 ml de la muestra dentro de una celda, se tapó la celda y se la introdujo en el equipo. Una vez que el equipo se estabilizó se registró el dato.

Fuente: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2022.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

-Parámetros químicos del agua

Para obtener los resultados de los parámetros químicos, se inició etiquetando todos los envases necesarios a través de una etiqueta, la cual contenida, el código de la laguna, ubicación geográfica (provincia, cantón, sector), laguna, fecha, persona responsable y la cantidad contenida en la muestra.

Luego de esta actividad para la colecta de los parámetros químicos, en campo se empezó lavando durante 3 veces botellas de 2l con la misma agua de la laguna. De este modo se sumergió la botella dentro del cuerpo de agua contenida en el sitio de visita. Al llenarse la botella se cerró con la tapa dentro del agua con la finalidad de evitar el contacto directo con agentes contaminantes o externos.

Para el procesamiento de parámetros químicos se utilizó diferentes equipos de medición, métodos y procedimientos, todos estos dentro del laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH. A continuación, se muestra la descripción del procedimiento para la obtención de los siguientes parámetros: color, nitritos, nitratos, fosfatos y fósforo total, nitrógeno amoniacal, demanda química del oxígeno (DQO) demanda biológica de oxígeno (DBO 5) (Ver Tabla 3-6).

Tabla 3-6: Metodología para la obtención de parámetros químicos del agua en laboratorio

Parámetro	Descripción
Nitritos	<p>Para la obtención de este parámetro se utilizó un espectrofotómetro HACH DR5000 a través del método de nitrógeno 4500 NO₂-B, en donde el rango de medida fue de 0 a 0,30 mg/L de NO₂. Para este parámetro se utilizó el reactivo nitriver 3 en muestras de 10 ml.</p> <p>El procedimiento consistió en hacer un blanco (25 ml de celda sin reactivo y con agua destilada) con la finalidad de estabilizar el equipo de medición. Se agitó la muestra en un tiempo de 1 minuto y se la colocó sobre 10 ml de muestra dentro de la celda.</p> <p>Se agregó el reactivo nitriver 3 dentro de la muestra, se tapó y se agitó en un lapso de 1 minuto. Para evidenciar la reacción, se esperó durante 20 minutos. Y se limpió las celdas esto con la finalidad de borrar marcas de huellas e impurezas. Se buscó el código 371 en el equipo de medición y se aplastó en cero. Colocando así el blanco dentro de fotómetro y dando seleccionando la opción cero. Se colocó la muestra y el valor obtenido en mg/L NO₂ fue registrado.</p>
Nitratos	<p>Para la obtención de este parámetro se utilizó el equipo de medición denominado como: espectrofotómetro HACH DR5000. A través del método de nitrógeno 4500 NO₃-E en donde el rango de medida fue de 0.3 a 30.0 mg/L de NO₃. Para este parámetro se utilizó el reactivo nitraver 5 para las muestras de agua de 10 ml.</p> <p>El procedimiento consistió en hacer un blanco (25 ml de celda sin reactivo y con agua destilada), se agitó la muestra en 1 minuto y se lo colocó en 10 ml de muestra del agua en una celda. Se colocó el reactivo en la muestra y se la agito durante un tiempo de 1 minuto. Para evidenciar la reacción se esperó un tiempo de 5 minutos. Dentro del fotómetro se buscó el código 355 y se dio un <i>click</i> en cero. Posterior a esto se colocó el blanco dentro del equipo de medición, se dio <i>click</i> en cero. Intercalando de este modo el blanco y la muestra. Se colocó la muestra y el valor en mg/L NO₃ fue registrado.</p>
Fosfatos y fósforo total	<p>Para la obtención de este parámetro se utilizó el espectrofotómetro HACH DR5000, utilizando el método 4500-P-E con un rango de medición de 002 a 2.50 mg/L. El reactivo utilizado fue PhosVer 3 en muestras de 10 ml.</p> <p>El procedimiento consistió en agitar la muestra de agua en 1 minuto, se colocó 25 ml de la muestra del agua sobre una celda de blanco. Se procedió a colocar el reactivo de PhosVer 3 en una muestra de 10 ml. Se agitó durante 1 minuto y se esperó un lapso de 2 minutos.</p> <p>Al pasar el tiempo la muestra presenta un color azul. Se limpió las celdas con la finalidad de borrar marcas de huellas o impurezas, las cuales puedan alterar la lectura del parámetro.</p> <p>Dentro del equipo de medición se buscó el código 490- PO₄³⁻ y se dio <i>click</i> en cero. De forma intercalada se colocó el blanco y la muestra del agua. Utilizando el código 490-P para fósforo total se determinó el parámetro en mg/LPO₄.</p>

Parámetro	Descripción
Nitrógeno Amoniacal	<p>Para la obtención de este parámetro se utilizó el espectrofotómetro HACH DR5000, utilizando el método Nessler de nitrógeno amoniacal.</p> <p>El procedimiento consistió en hacer un blanco (agua destilada a la cual se agregó gotas de alcohol de polivinilo, 1 ml de activo Nessler y 3 gotas de estabilizador mineral). Para cada muestra de 25 ml de agua se colocó (3 gotas de estabilizador mineral, 1 ml de reactivo Nessler, 3 gotas de alcohol de polivinilo). Esta fue agitada durante 1 minuto y se esperó su reacción durante 1 minuto.</p> <p>Se limpió las celdas con la finalidad de borrar marcas de huellas o impurezas, las cuales puedan alterar la lectura del parámetro.</p> <p>Dentro del equipo de medición se buscó el código 380 y se dio <i>click</i> en cero. Se colocó el blanco en el equipo y se dio <i>click</i> en cero. De este modo se registró el valor en mg/l.</p>
DQO	<p>Para la obtención de este parámetro se utilizó el espectrofotómetro HACH DR5000, utilizando el método 5220 D, con el reflujo cerrado y el método colorimétrico.</p> <p>El procedimiento consistió en agitar la muestra de agua en un lapso de 1 minuto. El blanco se encontraba contenido por agua desionizada. Con la ayuda de una pera y una pipeta se tomó 2 ml de muestras de agua y se las colocó en un vial. Se agitó el tubo de la muestra y se colocó dentro de un vaso de precipitación para muestras, enviándolo a la estufa a 150 °C en un tiempo de 2 horas.</p> <p>Se sacó con la ayuda de una pinza el vaso de las muestras y se dejó reposar por 1 hora hasta que baje su temperatura.</p> <p>Se verificó que este selladas y se buscó el código 430 dentro del equipo de medición. Se dio <i>click</i> en cero y se colocó el blanco.</p> <p>Posterior a esto se colocó la muestra y se registró el valor del parámetro en mg/l.</p>
DBO5	<p>Para la obtención de este parámetro se utilizó el multiparámetro HQ40D con una sonda de oxígeno y el método 5210 B.</p> <p>El procedimiento consistió en preparar 2 l de agua de disolución. Se agregó dentro de la botella destilada un 1 ml de los siguientes reactivos: Fe CL3, CaCl2, Mg SO4 y 2 ml de buffer por litro de agua destilada.</p> <p>El agua destilada con los reactivos fue colocada sobre una bomba al vacío por alrededor de 1 hora.</p> <p>Dentro de una probeta de 1 l se añadió 50% de muestra y 50 % de agua de disolución. Al realizar esta acción se agitó la muestra por alrededor de 1 minuto antes de ser colocado sobre la probeta.</p> <p>Al agitar la probeta se procuró mezclar la muestra con el agua en disolución y se colocó sobre 2 frascos de tipo <i>winkler</i>.</p>

Parámetro	Descripción
	Estos frascos fueron etiquetados y se midió el oxígeno con la ayuda del multiparámetro. En este sentido se introdujo la sonda dentro la muestra, se presionó el botón de medición y se esperó hasta que se estabilice. El valor fue leído y registrado, en este contexto se incubo la muestra en un lapso de 5 días hasta medirla nuevamente y registrarla en mg/l.

Fuente: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2022.

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

-Parámetros de microbiología del agua

Para la colecta de muestras de parámetros de microbiología, se utilizó frascos de 50 ml, la técnica utilizada consistía en sumergir en el agua los frascos sin ser abiertos, una vez adentro se habría las tapas hasta esperar que se llenen. Una vez lista se cerró los frascos y se los transportó en un *cooler* con hielos, para posterior a esto ser enviados al laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH.

Para el procesamiento de parámetros de microbiología se utilizó diferentes métodos, equipos, reactivos y procedimientos. Obteniendo así el resultado de coliformes fecales y totales, aerobios, mohos, hongos y levaduras. A continuación, se muestra la descripción del procedimiento para la obtención de los parámetros mencionados con anterioridad (ver Tabla 3-7).

Tabla 3-7: Metodología para la obtención de parámetros de microbiología

Parámetro	Descripción
Coliformes fecales y totales	<p>Para la obtención de este parámetro se utilizó la técnica de filtro de membrana 9222 con la ayuda del equipo de incubadora Memmert modelo BE 500.</p> <p>El procedimiento consistió en la limpieza del área en donde se trabajará con las diversas muestras. Con la ayuda de una pipeta previamente esterilizada se colocó 1 ml de muestra del agua sobre la placa, levantando la película superior y colocándola de forma cuidadosa. Evitando la formación de burbujas sobre la placa.</p> <p>Al bajar la película superior se trató de homogenizar la muestra de la placa. Se codificó la placa y se la envió al horno por un lapo de 48 horas con una temperatura de 35 °C. Al pasar las 24 horas se realizó un conteo presuntivo de las coliformes.</p> <p>Al pasar las 48 horas se contó las coliformes encontradas sobre la placa por medio de un conteo confirmativo. Al encontrar coliformes fecales estas presentan un color azul y al encontrar coliformes totales están presentan un color rojo.</p>

Parámetro	Descripción
	Al existir demasiadas coliformes, se estimó su número o valor y se seleccionó una celda, para luego multiplicarlo por 20. Se registró el valor y las placas se las guardó dentro de una funda de ziploc a 5 °C.
Aerobios	<p>Para la obtención de este parámetro se utilizó una incubadora de marca Memmert modelo INB 400.</p> <p>El procedimiento consistió en la limpieza del área en donde se trabaja las muestras. Con la ayuda de una pipeta destilada se colocó 1 ml de muestra del agua sobre la placa.</p> <p>Se codificó la placa y se la envió a un horno durante 5 días y a una temperatura de 30 °C. Al pasar 24 horas se contó de forma presuntiva los aerobios. Luego de 120 horas se contó de nuevo las bacterias presentes al borde la placa. Al existir demasiados aerobios se estimó su valor, tomando una submuestra dentro una celda y multiplicando por 20. Se registro el valor en UFC/100 ml y las placas se las guardó dentro de una funda de ziploc a 5 °C.</p>
Mohos, hongos y levaduras	<p>Para la obtención de este parámetro se utilizó una incubadora de marca Memmert modelo INB 400.</p> <p>El procedimiento consistió en la limpieza del área en donde se trabajó las muestras. Con la ayuda de una pipeta destilada se colocó 1 ml de muestra del agua sobre la placa. Al pasar las 24 horas se contó los hongos, mohos y levaduras evidenciadas en la placa. Dentro de las 120 horas se contó de nuevo el parámetro. Las levaduras son de color celeste/turquesa, los hongos de color celeste y los mohos de color café tendiendo a negro.</p> <p>Al existir demasiados hongos, levaduras o mohos se seleccionó una submuestra dentro de una celda y se la multiplicó por 20. Se registró el valor en UFC/100 ml y las placas se las guardó dentro de una funda de <i>ziploc</i> a 5 °C.</p>

Fuente: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2022.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

○ Macroinvertebrados

Para la recolección de macroinvertebrados se realizó una preparación previa de materiales, que consistió en la búsqueda de: marcadores, *cooler*, etiquetas, pinzas, tubos de polipropileno, baldes de plástico debidamente etiquetados, traje de baño, guantes, toalla y una red tipo D *surber*. Dentro de este momento se hizo uso de una cinta adhesiva blanca, se escribió el código de la laguna de Colta y se etiquetó cada balde, todos ellos con su respectiva tapa y se los colocó dentro de un *cooler* junto con los materiales para muestras de agua.

Para la fase de colecta de macroinvertebrados se utilizó el método estandarización *kick-net* (Jiménez et al. 2021, pág. 311). Y a través de las técnicas manual y de patada se colecto los macroinvertebrados (ver Tabla 3-8).

Tabla 3-8: Técnicas para la colecta de macroinvertebrados

Técnica	Descripción de la colecta
Manual	<p>Para la colecta de macroinvertebrados dentro de la laguna de Colta se delimitó la distancia, en este sentido se estableció una longitud total de 10 m. El tiempo de muestreo utilizado fue de 5 minutos. Y con respecto a la distancia esta se dividió en 5 m a la izquierda y 5 m a la derecha desde el punto.</p> <p>Para la técnica manual se levantó piedras, hojarasca, plantas acuáticas (totoras) y ramas sumergidas. Y mediante la técnica de observación directa se buscó macroinvertebrados adheridos a estos sustratos (Escobar y Montoya, 2019, pág. 68). Con la ayuda de pinzas entomológicas se hizo su recolección y los especímenes fueron depositados sobre tubos de polipropileno contenidos en alcohol etanol al 96%, estos embaces fueron etiquetados con el código del sitio de visita y la fecha de colecta para su próxima clasificación dentro del laboratorio de la UNACH.</p>
Patada	<p>Esta técnica fue desarrollada en las orillas de la laguna de Colta teniendo una distancia de 10 m. La técnica de patada se centra en el movimiento del sedimento durante 5 minutos, para realizar esta acción se hizo uso de un vadeador y una red tipo D <i>surber</i>. Esta red presentó una malla de 500 μm y se encontró sujeta a un marco metálico de 0,15 m x 0,15 m y un asa de 1,9 m.</p> <p>Las muestras colectadas fueron colocadas en baldes de 4 litros debidamente etiquetados con el código del sitio de visita. Se cerró cada balde y se las colocó en un <i>cooler</i>, el cual contenía bolsas de hielo. Esto con la finalidad de preservar, conservar y asegurar que los macroinvertebrados no mueran.</p>

Fuente: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2022.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023

Los macroinvertebrados colectados en campo fueron transportados de forma inmediata, esto con la finalidad de evitar que la muestra se altere o se degrade, las muestras fueron llevadas hasta el laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH y posterior a esto fueron procesadas. Tomando en cuenta 3 momentos previos los cuales consistieron en el requerimiento de materiales, preparación de materiales y el procesamiento de muestras (ver Ilustración 3-3).

1.- Requerimiento de materiales para el procesamiento de muestras de macroinvertebrados

Para el debido procesamiento de las muestras se requirió los siguientes materiales: pinzas, tubos de 10 ml de polipropileno, etiquetas, ligas, tamiz, etanol al 96%, agua, bandejas de plástico, hojas, lámpara de escritorio, bandejas de plástico, hieleras, extensión de luz, mandil y guantes como requerimiento personal, papel absorbente, esferos, lápiz, tijeras, piceta y hojas de impresión.

2.- Preparación de materiales para el procesamiento de muestras de acroinvertebrados

Para el procesamiento de macroinvertebrados se determinó estaciones personales, las cuales contaron con una bandeja, contenedor para dividir muestras y una lámpara de luz. Cada bandeja se etiquetó con la ayuda de una cinta adhesiva, esta contenía el código de la laguna de Colta y su sitio de visita: 7B1, 7B2 y 7B3.

3.- Procesamiento de muestras de macroinvertebrados

Para este momento se tuvo en cuenta algunos parámetros dentro de los que se destaca, la utilización de guantes al momento de tomar cada muestra. Las muestras seleccionadas de los baldes fueron colocadas sobre un tamiz y con la ayuda del agua se lavó las muestras, al realizar esta acción se colocó la muestra en las bandejas.

Y con la ayuda de pinzas para picar se recolectó los macroinvertebrados clasificados bajo condiciones morfológicas similares. Al existir abundancia de especies se dividió en partes iguales para luego multiplicar el número por cuadrículas. Finalmente se utilizó tubos de 10 ml con etanol al 96% para guardar los especímenes. Cada tubo contaba con su etiqueta de acuerdo a la codificación de la laguna y fecha de muestreo.

Ilustración 3-3: Fases para el procesamiento de macroinvertebrados

Fuente: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2022

Realizado por: Rodríguez, E., 2023

Luego de realizar este trabajo previo se procedió a realizar la clasificación, identificación y preservación de las muestras de macroinvertebrados (ver Ilustración 3-4).

1.- Procesamiento de tubos de macroinvertebrados:

Las muestras contenidas dentro de los frascos de polipropileno fueron sacadas de forma cuidadosa, dentro del laboratorio de entomología de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Y a través de protocolos como el uso de guantes, mandil y pinzas entomológicas se colocó las muestras sobre cajas petri de plástico.

2.- Clasificación, identificación y validación de familias:

Las muestras fueron colocadas bajo un microscopio óptico, el cual presentaba un aumento máximo de hasta 1500x. Se clasificó cada especie en función a las claves taxonómicas contenidas dentro los siguientes libros:

- 1.- Los macroinvertebrados de los ríos del Parque Nacional Cajas.
- 2.- Guía rápida para la identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del cantón Cuenca.
- 3.- Cartilla de identificación de macro invertebrados acuáticos.

Las propuestas se validaron bajo un argumento técnico y revisión adicional de información.

3.- Toma de fotografías:

Luego de validar cada familia, se colocó un macroinvertebrado representativo por cada uno de ellos y sobre una caja petri de vidrio con alcohol etanol al 96%. Y pinzas entomológicas se ubicó al macroinvertebrado para la toma de la fotografía.

4.- Preservación de muestras de macroinvertebrados:

Para la preservación se elaboró 3 etiquetas, la primera contenía información sobre la ubicación geográfica de colecta del macroinvertebrado, elevación, latitud, longitud, fecha de colecta, instrumento e investigador. La segunda etiqueta contenía información sobre el orden, familia e investigador. La tercera etiqueta presentaba información sobre el investigador; código de la laguna, fecha, número de especie y etapa de crecimiento.

Una vez listas las etiquetas se imprimió sobre cartulinas marfilisa blanca y se las colocó en cada frasco por familia. De este modo, se llenó con alcohol etanol los frascos de vidrios. Allí se colocó cada muestra de familia de macroinvertebrado y se selló con papel film la boca de la tapa y la tapa del frasco.

Ilustración 3-4: Fases para la identificación de las familias de macroinvertebrados

Realizado por: Rodríguez, E., 2023

Finalmente, se construyó una base de datos sobre los resultados obtenidos de los parámetros físicos, químicos y de microbiología dentro de la aplicación Microsoft Excel. Además, luego de validar cada familia se construyó una base de datos, esta base contenía información sobre: código de colecta, clase, orden, familia, género, especie, n° de individuos, determinado por, condición del espécimen, etapa de desarrollo, tipo de preservación, provincia, cantón, parroquia, localidad específica, descripción del lugar de colecta, latitud, longitud, elevación, método de colecta, colector, fecha de colecta y observación.

3.1.4 *Análisis del cumplimiento de los criterios de calidad del agua según la normativa TULSMA*

- Uso estético

Al obtener la información sobre condición ambiental y turística se comparó los resultados con la normativa contenida dentro del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Esta herramienta muestra los parámetros de permisibilidad para uso estético. En este sentido se comparó el parámetro oxígeno disuelto (%) con su permisibilidad (> 90%), turbiedad UTN con su permisibilidad (< 20 UTN) y color con el parámetro de ausencia (ver Tabla 3-9).

Tabla 3-9: Parámetros de permisibilidad para uso estético

Texto Unificado de Legislación Secundaria	Parámetro	Nivel de permisibilidad
Uso estético	Oxígeno disuelto (%)	(> 60%)
	Turbiedad UTN	(< 20 UTN)
	Color	Ausencia

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

- Uso recreativo

De igual forma al obtener los resultados de la condición ambiental y turística se comparó los resultados con la normativa TULSMA para fines recreativo por contacto primario en donde se evaluó los parámetros coliformes fecales con su permisibilidad (-200 NMP/100 ml), pH con su permisibilidad (6,5-8,3), oxígeno disuelto (%) con su permisibilidad (> 80%) y coliformes totales (UFC) con su permisibilidad (-200 NMP/100 ml).

De este modo también se comparó el resultado obtenido con los parámetros de permisibilidad establecidos por contacto secundario tales como: pH con su permisibilidad (6-9), oxígeno disuelto (%) con su permisibilidad (> 80%) y coliformes totales (UFC) con su permisibilidad -4000 NMP/100 ml (ver Tabla 3-10).

Tabla 3-10: Parámetros de permisibilidad para uso recreativo

Texto Unificado de Legislación Secundaria		Parámetro	Nivel de permisibilidad
Fines recreativos	Contacto primario	Coliformes fecales	-200 NMP/100 ml
		pH	(6,5 – 8,3)
		Oxígeno disuelto (%)	(> 80%)
		Coliformes totales (UFC)	-200 NMP/100 ml
	Contacto secundario	pH	(6 – 9)
		Oxígeno disuelto (%)	(> 80%)
Coliformes totales (UFC)		-4000 NMP/100 ml	

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

- Conservación de la vida silvestre acuática

Para este componente se comparó los resultados obtenidos con los parámetros establecidos para la preservación de la vida acuática, los cuales son coliformes fecales con su permisibilidad (si hay contaminación), pH con su permisibilidad (6,5-9), oxígeno disuelto (%) con su permisibilidad (> 80%), DQO mg/L con su permisibilidad (40), DBO5 mg/L con su permisibilidad (20), nitrógeno amoniacal, nitratos mg/L con su permisibilidad (13) y nitritos mg/L con su permisibilidad (0,2) (ver Tabla 3-11).

Tabla 3-11: Parámetros de permisibilidad para preservación de la vida acuática

Texto Unificado de Legislación Secundaria	Parámetro	Nivel de permisibilidad
Preservación de la vida acuática	Coliformes fecales	(Si hay contaminación)
	pH	(6,5 – 9)
	Oxígeno disuelto (%)	(> 80%)
	DQO mg/L	(40)
	DBO5 mg/L	(20)
	Nitrógeno amoniacal	Ausencia
	Nitratos (mg/L)	(13)
	Nitritos (mg/L)	(0,2)

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

De este modo se utilizó la herramienta del *Past 3* para el análisis de correspondencia canónica, el mismo que consistía en la comparación de los parámetros químicos y de microbiología con el número de individuos de cada familia de macroinvertebrado. El *Software* permitió obtener el % de confiabilidad, la familia que caracteriza al sitio y la relación del parámetro con la presencia de la familia por la línea base, monitoreo 1, monitoreo 2 y monitoreo 3.

3.2 Analizar la biodiversidad de las comunidades de macroinvertebrados de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta

Para el cumplimiento del segundo objetivo, luego de realizar la identificación de las familias de macroinvertebrados a continuación se ejecutó la aplicación de los 5 índices de biodiversidad alfa para (Shannon, Simpson y Margalef) y beta para (Sorensen y Jaccard), además se calculó los índices biológicos (BMWP/Col, ASPT y ABI) (ver Tabla 3-12).

Tabla 3-12: Índices de diversidad ecosistémica

Tipo	Índice	Fórmula
Diversidad alfa	Índice de diversidad: Shannon Wiever	$H = - \sum_{i=1}^s \pi_i \ln \pi_i$
	Índice de diversidad: Simpson	$\lambda = \sum_{p_i} 2$
	Índice de riqueza específica: Margalef	$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$
Diversidad beta	Índice de Sorensen	$I_s = \frac{2c}{a+b}$
	Índice de Jaccard	$I_j = \frac{c}{a+b-c}$

Fuente: Moreno, 2001.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

3.2.1 Índices Alpha

3.2.1.1 Índice de Shannon-Weaver

A partir del procesamiento e identificación de las familias de macroinvertebrados se realizó la aplicación del índice de biodiversidad. Este primer índice fue de Shannon/Weaver, el cual es capaz de determinar la heterogeneidad de las muestras, teniendo en cuenta la abundancia y el número de las especies de macroinvertebrados.

Su fórmula se expresa de la siguiente manera (Shannon y Weaver, 1949; citado en Pla, 2006).

$$H = - \sum_{i=1}^s \pi_i \ln \pi_i$$

En donde:

H = Índice de Shannon-Weaner

s = Número de especies

π_i = Proporción de individuos de la especie i

ln = formula logaritmo de tipo natural con base 10

Para realizar el cálculo correspondiente se utilizó la base de datos creada en la herramienta Microsoft Excel. Obteniendo así los valores del número de individuos para cada sitio de muestreo 7B1, 7B2 y 7B3. Se procedió a calcular π_i (proporción de las familias), con el uso de la formula se multiplicó el valor de π_i por el ln (logaritmo natural con base 10) para cada familia. De este modo se obtuvo el índice de diversidad para macroinvertebrados.

Luego de obtener los valores se los comparó con los rangos establecidos para el índice de Shannon-Weaver y se determinó si existe baja, mediana o alta diversidad (ver Tabla 3-13).

Tabla 3-13: Valores de biodiversidad para el índice de Shannon-Weaver

Valor	Descripción del índice
0,1 – 1,5	Baja diversidad
1,6 – 3,0	Mediana diversidad
> 3,1	Alta diversidad

Fuente: Yáñez, 2014.

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

Bajo este contexto, además se utilizó el esquema para la clasificación de aguas contaminadas, en la siguiente table se puede observar dicha información (ver Tabla 3-14).

Tabla 3-14: Clasificación de aguas contaminadas

Wilhm y Dorris (1968)		Staub et al. (1970)	
H'	Descripción	H'	Descripción
> 3	Agua limpia	3,0-4,5	Contaminación débil
1-3	Contaminación moderada	2,0-3,0	Contaminación ligera
< 1	Contaminación severa	1,0-2,0	Contaminación moderada
		0,0-1,0	Contaminación severa

Fuente: Segini, 2003.

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

Luego de realizar estos cálculos se elaboró una matriz estructurada dentro de la herramienta *Microsoft Office*, en esta matriz se calculó el global por sitio de visita y el global por laguna.

3.2.1.2 Aplicación del índice de Simpson

Luego de realizar el cálculo de Shannon-Weaver a continuación se aplicó el índice de Simpson, el cual permitió determinar la probabilidad de que dos de los individuos que se han tomado al azar dentro de una muestra, estos sean de la misma especie (Moreno, 2001, pág. 41). El cálculo se obtuvo sumando el total de las especies registradas para cada sitio de muestreo. Al obtener este resultado se calculó el valor de Pi (ver Tabla 3-15). Y mediante la aplicación de la fórmula, la cual eleva al cuadrado el resultado de Pi, se determinó el valor de proporción de cada familia. Finalizando con la sumatoria de las proporciones y mediante la comparación de la tabla se determinó la diversidad (Mendoza, 2013, pág. 39).

Tabla 3-15: Valores de diversidad para el índice de Simpson

Valores	Significancia del índice de biodiversidad
0-0,33	Diversidad baja
0,34-0,66	Diversidad media
> 0,67	Diversidad alta

Fuente: Mendoza, 2013.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

Luego de realizar estos cálculos se elaboró una matriz estructurada dentro de la herramienta *Microsoft Office*, en esta matriz se calculó el global por sitio de visita y el global por laguna.

3.2.1.3 Aplicación del índice de Margalef

El índice de Margalef se calculó en función a que este mide el número de las especies por el número de los individuos o por la cantidad de las especies dentro de un área muestral (Margalef, 1969; citado en Guerrero et al., 2020). Para calcular este índice se inició contando el número total de las familias menos uno y bajo este resultado se dividió para el logaritmo natural con base 10, el total de los individuos. Finalmente se comparó los valores obtenidos para este índice (ver Tabla 3-16).

Tabla 3-16: Valores de diversidad para el índice de Margalef

Valores	Significancia del índice de biodiversidad
0,1-1,9	Riqueza baja
2-4,9	Riqueza media
> 5	Riqueza alta

Fuente: Mendoza, 2013.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

Luego de realizar estos cálculos se elaboró una matriz estructurada dentro de la herramienta *Microsoft Office*, en esta matriz se calculó el global por sitio de visita y el global por laguna.

3.2.2 Índices Beta

3.2.2.1 Aplicación del índice de Sorensen

Para la aplicación de este índice se inició codificando la base de datos que previamente fue creada dentro del laboratorio de entomología de la ESPOCH. Dentro de los tres sitios de muestreo se colocó el valor 1 en los sitios en donde existía la presencia de las especies y 0 en los sitios en donde las especies se encontraban ausentes. Bajo este contexto se relacionó los tres sitios de muestreo por ejemplo el sitio 7B1 con 7B2, 7B1 con 7B3, 7B2 con 7B3 ubicando de este modo el código establecido sea 1 o sea 0.

Al ubicar los códigos se determinó la presencia de las familias por sitio de muestreo y se realizó el conteo de cada uno. A continuación, se aplicó la fórmula establecida para este índice, el cual se obtuvo dividiendo el valor de la suma del número total de especies consideradas como comunes (c), dividido por el resultado obtenido del número de las especies de cada muestra y sumando el número de las especies encontradas dentro del sitio de muestreo 2, de este modo el resultado se lo multiplicó por cien.

3.2.2.2 Aplicación del índice de Jaccard

Luego de la aplicación del índice de Sorensen a continuación se realizó el cálculo del índice de Jaccard, que partía de la misma base de datos construida previamente, en este sentido dentro de los tres sitios de muestreo se colocó el valor 1 en los sitios en donde existía la presencia de las especies y 0 en los sitios en donde las especies se encontraban ausentes. Bajo este contexto se relacionó los tres sitios de muestreo por ejemplo el sitio 7B1 con 7B2, 7B1 con 7B3, 7B2 con 7B3 ubicando de este modo el código establecido sea 1 o sea 0.

Luego de tener en cuenta estos códigos sea 1 o 0 al determinar si existe presencia de las familias entre los puntos, a continuación, se realizó el conteo de los códigos, aplicando de este modo la fórmula. La cual consiste en dividir entre los valores de las especies que son comunes (c) con el resultado producto de la suma de las especies de las muestras (a), número de las especies para la muestra (b) y las especies comunes (c). Al tener este resultado se multiplicó por cien, obteniendo de este modo el resultado para este índice.

Luego de la aplicación de los índices Sorensen y Jaccard se elaboró un dendograma en la herramienta de *Primer V*, el cual es capaz de mostrar las distancias de los diferentes atributos de la laguna de Colta.

3.2.3 Índices biológicos

3.2.3.1 Aplicación del índice Biological Monitoring Working Party Colombia (BMWP/COL)

Para el cálculo del índice BMWP/Col se identificó hasta el nivel de familia cada uno de los macroinvertebrados. Se hizo uso de la tabla propuesta por Roldán y se utilizó el puntaje (1-10) en función a la presencia o ausencia de las familias de macroinvertebrados. A mayor puntuación se puede determinar que las familias son más tolerantes a la contaminación mientras que a menor puntuación se determina que las familias no son tolerantes a la contaminación.

De este modo se sumó todos los puntajes para determinar el BMWP/Col y para el cálculo del puntaje promedio del taxon se utilizó la técnica Average Score per Taxon (ASPT) que consistió en dividir el puntaje de BMWP con el número de la taxa (Roldán, 2003, pág. 29).

De este modo, a continuación, se muestra los puntajes para la aplicación del índice BMWP/Col, con sus familias correspondientes (ver Tabla 3-17).

Tabla 3-17: Puntaje para las familias de macroinvertebrados mediante el índice BMWP/Col

Familias de macroinvertebrados	Puntaje
<i>Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae</i>	10
<i>Ampullariidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcydae, Xiphocentronidae</i>	9
<i>Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelphusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae</i>	8
<i>Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyallidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptothyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae</i>	7
<i>Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limmichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae</i>	6
<i>Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae, Dugesiidae</i>	5

Familias de macroinvertebrados	Puntaje
<i>Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae, Limoniidae</i>	4
<i>Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae</i>	3
<i>Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae</i>	2
<i>Tubificidae</i>	1

Fuente: Roldán, 2003.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

Luego de realizar los cálculos correspondientes al índice BMWP/Col se determinó la calidad del agua, así como su significado (ver Tabla 3-18).

Tabla 3-18: Determinación de la calidad del agua por medio de BMWP/Col

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	> 150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarrillo
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Roldán, 2003.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

3.2.3.2 Aplicación del índice biológico Average Score Per Taxon/Puntuación Promedio por Taxa (ASPT)

Dentro del estudio, se utilizó el índice ASPT con la finalidad de determinar la calidad del agua de la laguna de Colta al existir una alta diversidad de macroinvertebrados. El cálculo se determinó a partir del resultado obtenido del BMWP/Col (Aringo et al., 2008; citados en Mora y Tamay, 2022). El resultado del índice biológico ASPT se obtuvo a partir de la división del BMWP/Col y el número o resultado de las taxas de cada sitio de muestreo 7B1, 7B2 y 7B3. El ASPT se determinó dentro de un rango de 0 -10. Y su resultado permitió determinar en promedio la calidad del agua para cada familia de macroinvertebrado (ver Tabla 3-19). Al obtener un puntaje bajo en el BMWP/Col se estableció que existe un valor bajo del índice ASPT sobreentendiendo así que existen aguas con condiciones graves de contaminación (Aringo et al., 2008; citados en Mora y Tamay, 2022).

Tabla 3-19: Clasificación del agua según el índice de puntuación promedio por taxa ASPT

Clase	Calidad	ASPT	Significado	Color
I	Buena	9-10	Aguas muy limpias	Azul
		8-9	Aguas no contaminadas	Azul claro

Clase	Calidad	ASPT	Significado	Color
II	Aceptable	6.5-8	Ligeramente contaminada, se evidencian efectos de la contaminación	Verde
III	Dudosa	4.5-6.5	Aguas moderadamente contaminadas	Amarrillo
IV	Crítica	3-4.5	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	1-3	Aguas fuertemente contaminadas y situación crítica	Rojo

Fuente: Roldán, 2003.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

3.2.3.3 Aplicación del Índice Biológico Andino

La metodología para la utilización del índice ABI se debe a que puede ser aplicado sobre ríos alto andinos, los cuales presentan una altitud mayor a los 2.000 m s n m. Debido a esta razón, el índice pudo ser aplicado sobre la laguna de Colta. Para el cálculo de este índice se asignó un valor comprendido entre 1 a 10 para cada familia de macroinvertebrado (ver Tabla 3-20).

Tabla 3-20: Puntuaciones para las familias de macroinvertebrados

Orden	Familia	ABI
<i>Turbellaria</i>		5
<i>Hirudinea</i>		3
<i>Oligochaeta</i>		1
<i>Ostracoda</i>		3
<i>Hydracarina</i>		4
<i>Gasteropoda</i>	<i>Ancylidae</i>	6
	<i>Physidae, Hydrobiidae, Limnaeidae, Planorbidae</i>	3
<i>Bivalvia</i>	<i>Sphaeriidae</i>	3
<i>Amphipoda</i>	<i>Hyalellidae</i>	6
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	4
<i>Odonata</i>	<i>Leptohyphidae</i>	7
	<i>Gomphidae, Calopterygidae</i>	8
	<i>Leptophlebiidae, Oligoneuridae, Polythoridae</i>	10
	<i>Aeshnidae, Libellulidae, Coenagrionidae</i>	6
<i>Plecoptera</i>	<i>Belostomatidae</i>	4
<i>Heteroptera</i>	<i>Perlidae, Gripopterygidae</i>	10
	<i>Veliidae, Gerridae, Corixidae, Notonectidae, Naucoridae</i>	5
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydroptilidae</i>	6
	<i>Hydropsychidae</i>	5
	<i>Glossosomatidae, Limnephilidae</i>	7
	<i>Helicopsychidae, Calamoceratidae, Odontoceridae, Anomalopsychidae</i>	10
	<i>Leptoceridae, Polyentropodidae, Xiphocentronidae, Hydrobiosidae, Philopotamidae</i>	8
<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	4

Orden	Familia	ABI
Coleoptera	<i>Dystiscidae, Hydrophilidae</i>	3
	<i>Ptilodactylidae, Lampyridae, Psephenidae, Scirtidae, Elmidae, Dryopidae, Hydraenidae</i>	5
Diptera	<i>Psychodidae</i>	3
	<i>Syrphidae</i>	1
	<i>Blepharoceridae, Athericidae</i>	10
	<i>Simuliidae, Tipulidae</i>	5
	<i>Chironomidae, Culicidae, Musidae, Ephyridae</i>	2
	<i>Tabanidae, Limoniidae, Ceratopogonidae, Diidae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Empididae</i>	4

Fuente: Rios et al, 2014.

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

A partir de la suma obtenida de las puntuaciones del ABI para cada familia de macroinvertebrado, a continuación, se determinó la calidad del agua (ver Tabla 3-21).

Tabla 3-21: Rangos para calidad del agua según el índice ABI

Clase	Clasificación de la calidad del agua	ABI	Color
V	Muy buena	> 98	Azul
IV	Buena	61 - 97	Verde
III	Moderada	36 - 60	Amarrillo
II	Mala	16 - 35	Naranja
I	Muy mala	< 15	Rojo

Fuente: Rios et al, 2014.

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

Luego de la ampliación de los índices de biodiversidad alfa y beta e índices biológicos a continuación se realizó el análisis de correspondencia en el *software Past 3*, en donde se ubicó dentro de una matriz los resultados obtenidos de los parámetros físicos, químicos, de microbiología y el resultado total de las familias de macroinvertebrados identificados para los tres sitios de visita.

3.3 Formular medidas de manejo ambiental para conservar y aprovechar el atractivo turístico laguna de Colta

Para el cumplimiento del tercer objetivo se utilizó la metodología denominada como Planificación para la Conservación de Áreas (PCA), centrada en el diseño de acciones y estrategias dentro de espacios, los cuales procuran cuidar la biodiversidad. Bajo este contexto se utilizó las siguientes técnicas:

3.3.1 Análisis de amenazas del objeto de conservación

En la siguiente tabla se puede observar el proceso metodológico previo al diagramado de objetos de conservación, amenazas directas/indirectas, oportunidades, objetivos, resultados y estrategias (ver Tabla 3-22).

Tabla 3-22: Proceso metodológico para la identificación de elementos del PCA

Elemento	Descripción
Objeto de conservación	Para la identificación del objeto de conservación este fue elegido tomando en cuenta que debe representar la biodiversidad del área como: especies, aspectos o entidades, además de presentar características o valores únicos.
Amenazas directas	Las amenazas identificadas dentro de la laguna de Colta fueron propuestas en función a las degradaciones o daños evidenciados por parte de las presiones antrópicas.
Amenazas indirectas	Son denominadas como fuentes de presión, debido a que actúan de forma directa sobre las amenazas. Estas fueron identificadas dentro de cada sitio de visita y a través de observaciones de campo. Para luego ser plasmadas dentro del diagrama de flujo.
Oportunidades	Las oportunidades se establecieron a partir de una revisión bibliográfica con la finalidad de establecer actores o actividades, las cuales pueden actuar sobre las amenazas directas/indirectas u objetos de conservación.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

Luego de haber identificado cada uno de los elementos dentro de la propuesta del PCA, se esquematizo mediante un flujograma el objeto de conservación, amenazas directas, amenazas indirectas y oportunidades (ver Ilustración 3-5). Las cuales fueron evidenciadas dentro de los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 para la laguna de Colta.

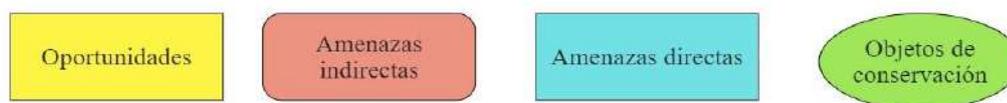


Ilustración 3-5: Diagrama de flujo para metodología del PCA

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

3.3.2 *Identificación de estrategias para el objeto de conservación*

Luego de realizar el primer análisis de PCA a continuación se planteó el segundo análisis, el cual consistió en la determinación de los objetivos de conservación estimados a largo plazo, es decir a 5 años. Estos objetivos se plantean sobre el objeto de conservación. En complemento a esto, se determinó los resultados o metas esperadas. Bajo este contexto se identificó estrategias que permiten tener control sobre las amenazas directas.

En función a estos elementos, en la siguiente ilustración se evidencia el diagramado realizado con los objetivos de manejo, resultado esperado y estrategia de manejo. En complemento a estos elementos se agrega las oportunidades, amenazas indirectas, amenazas directas y objetos de conservación (ver Ilustración 3-6).



Ilustración 3-6: Diagrama de flujo para metodología del PCA

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

3.3.3 *Consolidación de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación*

Las estrategias de manejo se establecieron con la finalidad de lograr los objetivos planteados con anterioridad. Las estrategias son el camino para enfrentar las diferentes amenazas o problemas que se producen sobre el objeto de conservación. Estas estrategias permiten ser una línea de acción y pueden ser de distinto tipo: manejo de la biodiversidad, control y vigilancia, educación ambiental, turismo, investigación y monitoreo.

3.3.4 *Perfil de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación*

Luego de establecer las estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación se perfiló las estrategias de manejo, las cuales consistían en el nombre de la estrategia, justificación, objetivos establecidos a largo plazo, metas, estructura analítica/marco lógico (a través de una matriz 4x4 en el eje horizontal localizando las estrategias, indicadores, fuentes de verificación y supuestos, en el eje vertical se localizó el fin, propósito, resultados y actividades principales) cronograma y presupuesto.

3.3.5 Propuesta de financiamiento de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación

La propuesta financiera consiste en la determinación de valores por cada subactividad reflejada dentro de las estrategias de manejo. A partir de este elemento técnico se realizó una matriz estructurada compuesta por: componente, actividad, estrategia, presupuesto y la fuente de financiamiento.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Monitorear la condición ambiental y turística de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta

4.1.1 Caracterización del atractivo turístico

La laguna de Colta también llamada en lengua Puruhá como *Kulta Kucha*, es un atractivo turístico de categoría natural, localizada dentro de la provincia de Chimborazo, cantón Colta y el sector Villa La Unión (Cajabamba). En cuanto a la administración del espacio este es de tipo gubernamental por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón de Colta y bajo la representación de la ingeniera Silvana Estrada como directora, dentro del departamento de Turismo y Patrimonio. Por su parte, la laguna de Colta presenta una altura de 3.328 m s n m con un clima frío, esto debido a las temperaturas que bordean los 16 °C y sus precipitaciones pluviométricas de 799 mm. Los escenarios en donde se localiza el atractivo turístico son de dos tipos prístino y rural. Con respecto al ingreso del atractivo, este es pagado y su horario de atención es de lunes a viernes desde las 7:30 hasta las 18:00, mientras que los sábados y domingos es de 8:30 a 18:00.



Ilustración 4-1: Malecón de la laguna de Colta

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

4.1.1.1 *Categoría del atractivo*

En función a la Metodología para la jerarquización de atractivos turísticos propuesta por el Ministerio de Turismo; la laguna de Colta se caracteriza por ser de jerarquía II, de categoría atractivo natural, con el código (3) de tipo ambiente lacustre y subtipología (2) laguna.

4.1.1.2 *Accesibilidad y conectividad al atractivo*

Con lo que respecta a este ítem, el pueblo más cercano a la laguna de Colta es Cajabamba (4 km), es decir a una distancia estimada de 10 minutos. Su principal vía de acceso se lo realiza por la Troncal de la Sierra (E35), caracterizada por ser una vía de primer orden con asfaltado y en estado regular. El medio de transporte que pueden utilizar los turistas o visitantes para llegar al atractivo es a través de buses y taxis debido a que el acceso a la laguna es fácil. Las cooperativas de transporte terrestre que pasan por el atractivo son la Cooperativa Colta la cual sale con una frecuencia diaria teniendo un recorrido de Riobamba a Cajabamba; la Cooperativa Guamote con una frecuencia diaria y un recorrido de Riobamba a Guamote; la compañía de Transportes Alausí con una frecuencia diaria y teniendo un recorrido de Riobamba a Alausí; la Cooperativa de Transporte Ñuca Llacta con una frecuencia diaria y un recorrido de Riobamba a Cajabamba; la Cooperativa de Transporte Patria con una frecuencia diaria y un recorrido de Riobamba a Guayaquil. El costo del transporte, tomando como referencia la salida desde la ciudad de Riobamba al atractivo turístico es de 0,60 centavos a 80 centavos. Por otro lado, el atractivo cuenta con condiciones de accesibilidad para personas que tienen discapacidad intelectual o psicosocial. Además de presentar señalización de aproximación al atractivo, la cual se encuentra en estado bueno.

4.1.1.3 *Planta turística/complementarios*

Cerca de la laguna de Colta se localiza 5 hostales, cada uno de ellos con 5 habitaciones, teniendo así un número total de 20 plazas para hospedar a turistas. El costo por la utilización de este servicio puede ir desde los \$25 hasta los \$49. Con respecto a establecimientos que se dedican a ofertar el servicio de alimentos y bebidas, cerca del atractivo se cuenta con 8 lugares registrados, los cuales ofrecen platos a la carta y comida típica. El costo por dichos platos puede bordear los \$5 hasta los \$10. No existe el registro de ninguna agencia de viaje, pero si existen 7 guías locales. Las facilidades existentes en el entorno del atractivo turístico presentan accesibilidad y son muy variadas (ver Tabla 4-1). Finalmente, cerca de Cajabamba existe el alquiler y venta de equipo

especializado, venta de artesanías y *merchandising* además de un cajero automático, que facilitan la dinámica comercial con los turistas.

Tabla 4-1: Facilidades en el entorno de la laguna de Colta

Categoría	Tipo	Estado
De apoyo a la gestión turística	Punto de información	Bueno
	i-Tur	Bueno
De observación y vigilancia	Miradores	Regular
De recorrido y descanso	Senderos	Bueno
	Áreas de acampar	Regular
De servicio	Estacionamientos	Bueno
	Baterías sanitarias	Regular

Fuente: Armas, 2022.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

4.1.1.4 *Estado de conservación e integración atractivo/entorno*

En la actualidad el atractivo turístico laguna de Colta se encuentra deteriorado debido a la presencia de sedimento, basura de origen antrópico, totora, fecas de animales, material de origen flotante, olor, basura orgánica, basura inorgánica, alteración a la vegetación y actividades antrópicas que producen cambio en el paisaje. Los factores naturales de alteración al entorno son la erosión, resultado de actividades agrícolas y ganaderas, flora/fauna influenciada por la contaminación del ambiente, generación de residuos y expansión urbana. Además, es importante mencionar que la laguna de Colta no presenta ninguna declaratoria, debido a que el atractivo turístico se encuentra fuera del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador.

4.1.1.5 *Higiene y seguridad turística*

En el atractivo turístico se evidencia servicios básicos tales como el agua no potable debido al mantenimiento que se realiza en la actualidad, en tal sentido se utiliza el agua de la laguna. Existe servicio de saneamiento es decir baños, los cuales tienen un costo de 0,25 centavos los fines de semana y entre semana no hay costo alguno. Además, existe en el servicio de energía eléctrica y disposición de desechos colocados en el malecón escénico de la laguna. Cerca del atractivo es decir en Cajabamba existe redes públicas de agua potable, energía eléctrica de servicio público, saneamiento y disposición de desechos a través de un carro recolector.

Con lo que respecta a la señalética en el atractivo, la laguna de Colta cuenta con diversos pictogramas en áreas urbanas y naturales, señales turísticas y paneles informativos de direccionamiento hacia el atractivo, servicios o actividades (ver Tabla 4-2).

Tabla 4-2: Señalética en el atractivo turístico laguna de Colta

Ambiente	Tipo	Cantidad	Materialidad	Estado
Áreas urbanas	Pictograma de atractivos naturales	2	Madera	Bueno
	Pictograma de actividades turísticas	2	Madera	Bueno
Áreas naturales	Pictograma de atractivos naturales	2	Madera	Bueno
	Señales turísticas de aproximación	2	Madera	Bueno
	Panel informativo de direccionamiento hacia atractivos, servicios y actividades	4	Madera	Bueno

Fuente: Armas, 2022.

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

Por otro lado, en el atractivo no existe servicio de salud sin embargo existe 1 hospital y 1 centro de salud tipo B localizado en Alausí. En base al ítem de seguridad, el atractivo cuenta con personal que trabaja para la institución de la Policía Nacional del Ecuador.

Además, la comunicación dentro del atractivo es a través de la telefonía móvil y no existe conexión a internet pues este es de uso privado y contratado por la gente local. En el poblado más cercano se evidencia telefonía fija y móvil además de conexión a internet a través de línea telefónica, fibra óptica y redes inalámbricas.

4.1.1.6 Políticas y regulaciones

El Gobierno Autónomo Descentralizado del Colta cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial y por parte del atractivo, este cuenta con un Plan de Desarrollo Turístico. Para ingresar al atractivo se paga un valor de ingreso, este valor es determinado bajo la ordenanza 2021-006 emitida por el GADM de Colta. En tal sentido el costo por el ingreso es de 0,50 centavos adultos, niños, personas con discapacidad y adultos mayores pagan un valor de 0,25 centavos.

4.1.1.7 Actividades que se practican en el atractivo

Con anterioridad dentro de atractivo se practicaba actividades sobre el agua una de ellas era el paseo en bote, sin embargo, debido al accidente suscitado que cobro la vida de 3 personas esta actividad se encuentra suspendida a partir 27/12/2022 hasta la fecha actual. Por otro lado, sobre la superficie terrestre se puede realizar actividades tales como: observación de flora y fauna,

senderismo, caminata y camping. Es importante mencionar que estas actividades no tienen ningún costo.

4.1.1.8 *Promoción y comercialización del atractivo*

El atractivo turístico cuenta con un plan de promoción creada para el cantón; los medios promocionales son páginas web, revistas especializadas y redes sociales. La periodicidad de la promoción del atractivo para ambos casos es semestral.

4.1.1.9 *Registro de visitantes y afluencia*

El atractivo posee un sistema de registro de visitantes de dos tipos: digital y de papel, el reporte emitido se lo realiza de forma mensual. Y la temporada alta se registra en los meses de enero hasta diciembre con un número de 2.658 visitantes. La temporada baja se registra en los meses de abril hasta julio con un número de 582 visitantes. Con respecto a la llegada de turistas nacionales al año se tuvo un registro de 24 personas. Y de turistas extranjeros se tuvo un registro anual de 3.240 personas.

4.1.1.10 *Recurso Humano*

Con respecto al número de personas a cargo de la administración y operación del atractivo se tiene un registro total de 18 personas, de las cuales 8 tienen título de tercer nivel y tan solo 10 tienen formación secundaria. En base al número de personas con capacidades por temática, las 18 personas mencionadas con anterioridad tienen conocimiento sobre primeros auxilios y las mismas poseen conocimiento sobre otro idioma.

4.1.1.11 *Descripción de los sitios de visita y puntos de muestreo de la laguna de Colta*

○ *Sitio de visita 1*

El sitio de visita 7B1 se localiza en el malecón escénico del atractivo turístico laguna de Colta, presentando coordenadas geográficas latitud 1° 43' 31.1" S y longitud 78° 45' 37.9" W. Teniendo una pendiente baja de entre 0% al 5% es decir de entre el 60° al 80°. La orilla de la laguna es vertical y su forma es de tipo banqueta (ver Ilustración 4-2).

Sobre el malecón se realizan diversas actividades tales como: recorridos en bicicletas, observación de flora y fauna y caminatas autoguiadas. El sitio de muestreo se realizó bajo un polígono de 1.961,28 metros y sobre este se encuentran áreas verdes y juegos infantiles. Con respecto a la flora representativa, dentro del sitio de muestreo existe la presencia de especies de tipo exótica y ornamental destacando a las familias: *Poaceas*, *Rosáceas*, *Fabaceas*, *Asteraceas*, *Iridaceas*, *Mirtáceas*, *Salicáceas*, *Mimosáceas* y *Scrophulariaceas*. En cuanto a la fauna del sitio 7B1 no se evidencia ninguna especie y no existe la presencia de afluentes de agua que alimentan a la laguna. Con lo que respecta a los impactos negativos, el sitio presenta: basura orgánica e inorgánica y material flotante sobre el espejo de la laguna (ver Ilustración 4-3).



Ilustración 4-2: Mapa referencial del sitio de visita 7B1

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.



Ilustración 4-3: Sitio de visita 7B1

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

○ *Sitio de visita 2*

El sitio de visita 7B2 se localiza al otro lado del malecón es decir frente al sitio de muestreo 7B1, presentando coordenadas geográficas latitud $1^{\circ} 43' 30.5''$ S y longitud $78^{\circ} 45' 28.7''$ W. Tiene una pendiente baja de entre 0% al 5% es decir de entre el 60° al 80° . La orilla de la laguna es vertical y su forma es de tipo banqueta (ver Ilustración 4-4).

Sobre el sitio 7B2 no se realizan visitas regulares por parte de los turistas sin embargo existe la apertura de un camino que servirá para el traslado hacia este punto. Con lo que respecta a la planta turística en la actualidad, se está construyendo cabañas. El sitio de muestreo cuenta con un polígono de 1.660, 2 metros y sobre este se encuentra vegetación exótica, macrófitas y tierras agrícolas. No existe la presencia de especies de fauna y los impactos negativos presentes en la zona son: basura inorgánica como envolturas de snacks, fundas plásticas, papel higiénico, fecas de animales/humanas y erosión del suelo debido al paso de maquinaria pesada y pastoreo de animales (ver Ilustración 4-5).



Ilustración 4-4: Mapa referencial del sitio de visita 7B2

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.



Ilustración 4-5: Sitio de visita 7B2

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

○ *Sitio de visita 3*

El sitio de visita 7B3 se localiza bajo las coordenadas geográficas latitud $1^{\circ} 44' 23.5''$ S y longitud $78^{\circ} 45' 2.8''$ W. Tiene una pendiente baja de entre 5% al 9% es decir de entre 60° a 80° . La orilla de este sitio de visita es gradualmente pisoteado (ver Ilustración 4-6).

Sobre el sitio de visita 7B3 no se realizan visitas regulares por parte de los turistas. Sin embargo, existe la afluencia de personas locales que se encargan de extraer la totora para alimentar al ganado. El sitio de muestreo cuenta con un polígono de 1.481,32 metros y sobre este se presenta vegetación exótica y nativa tales como: totora y macrófitas. No existe la presencia de especies de fauna y los impactos negativos presentes en la zona son: presencia de papel higiénico, fecas de animales, tarrinas plásticas y crecimiento descontrolado de la totora (ver Ilustración 4-7).



Ilustración 4-6: Mapa referencial del sitio de visita 7B3

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.



Ilustración 4-7: Sitio de visita 7B3

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

4.1.2 Resultados del monitoreo condición turística

4.1.2.1 Agua

- Material flotante de origen antrópico (CAMF)

Con respecto al indicador material de origen flotante encontrado en la laguna de Colta y dentro del análisis de los criterios de calidad de agua reflejado en el Texto de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Se determinó que existe el “incumplimiento” en el uso recreativo por contacto primario/secundario y de uso estético, ya que la norma exige que debe existir ausencia de este indicador. Al analizar los resultados se puede mencionar que dentro de los cuatro monitoreos realizados se tuvo un total de 7,65 lb de material flotante, destacando la línea base levantada el 14 de octubre del 2022, pues se tuvo dentro de los tres sitios de visita un total de 3,78 lb y de forma específica al sitio de visita 7B2 por presentar un total de 6,58 lb de material flotante dentro de los cuatro monitoreos (ver Tabla 4-3) (ver Ilustración 4-8). Es importante mencionar que existe el incumplimiento a la norma en todos los monitoreos y en los tres sitios de visita. El tipo de material encontrado fue: fundas plásticas, envolturas de helados, vasos plásticos, envolturas de snacks y caramelos, restos de llantas de auto, cucharas plásticas, tapas plásticas, palos de chupetes, botellas plásticas y palos de helados.

Tabla 4-3: Resultados obtenidos sobre el indicador material de origen antrópico

Laguna de Colta						Total
Indicador: Material flotante de origen antrópico (peso en lb)						
Sitios de visita	Fechas de monitoreo				Muestras	
	14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023		
	Muestras					
	LB	M1	M2	M3		
Sitio 7B1	0,05	0,02	0,16	0,02	0,25	
Sitio 7B2	3,36	1,54	1,46	0,22	6,58	
Sitio 7B3	0,37	0,14	0,24	0,07	0,82	
Total	3,78	1,7	1,86	0,31	7,65	

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

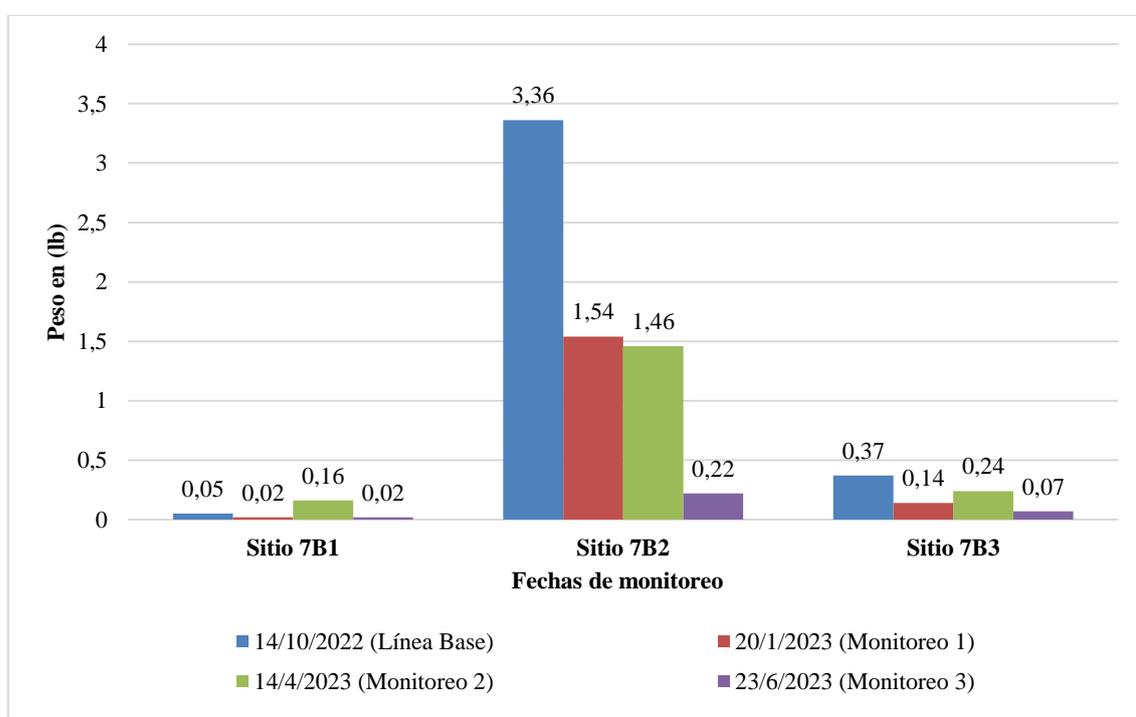


Ilustración 4-8: Resultados del indicador CAMF para condición turística

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

- Espumas de origen antrópico (COE)

Dentro de los tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta y dentro de los cuatro monitoreos realizados no se registró la presencia de espumas de origen antrópico. Por tanto, este indicador cumple con lo que determina el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente para uso estético, ya que existe la ausencia de espumas que provienen de las actividades humanas (ver Tabla 4-4).

Tabla 4-4: Resultados del indicador COE para condición turística

Laguna de Colta				
Indicador: Espumas de origen antrópico				
Sitios de visita	Fechas de monitoreo			
	14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023
	Muestréos			
	LB	M1	M2	M3
Sitio 7B1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Sitio 7B2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Sitio 7B3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

o Color

Con respecto al indicador color, este al ser un parámetro químico se lo identificó dentro del laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH, teniendo como resultado un mínimo de 28 puntos dentro del sitio de visita 7B1 en el monitoreo (M2) con fecha del 14 de abril del 2023. A si también un valor alto de 189 puntos dentro del sitio 7B3 en el monitoreo (M1) realizado el 20 de enero del 2023 (ver Tabla 4-5).

Tabla 4-5: Resultados del indicador color para condición turística

Comp o n e	Pará m e t r o	Indic adore s	Sitios de visita											
			7B1				7B2				7B3			
			Fecha de monitoreo				Fecha de monitoreo				Fecha de monitoreo			
			14/10 /2022	20/01 /2023	14/04 /2023	23/06 /2023	14/10 /2022	20/01 /2023	14/04 /2023	23/06 /2023	14/10 /2022	20/01 /2023	14/04 /2023	23/06 /2023
			Muestreo				Muestreo				Muestreo			
			LB	M1	M2	M3	LB	M1	M2	M3	LB	M1	M2	M3
Agua	Quí mico	Color	105	131	28	32	149	58	47	74	64	189	60	68

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

o Olor (CAO)

Para el parámetro olor se evidenció que, dentro de la línea, monitoreo 1, monitoreo 2 y monitoreo 3 existió un olor de tipo vegetal en el agua. Aceptación del sitio de visita 7B3 levantada dentro de la línea y el monitoreo, ya que el olor se define como otro (ver Tabla 4-6). En función a los

criterios de calidad del agua para uso estético del TULSMA se identificó que este parámetro se encuentra incumpliendo a la norma ya que existe la presencia de sustancias productoras de olor.

Tabla 4-6: Resultados del indicador CAO para condición turística

Laguna de Colta					
Indicador: Olor					
Sitios de visita	Unidad de medida	Fechas de monitoreo			
		14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023
		Muestreos			
		LB	M1	M2	M3
Sitio 7B1	Tipo	Vegetal	Vegetal	Vegetal	Vegetal
Sitio 7B2		Vegetal	Vegetal	Vegetal	Vegetal
Sitio 7B3		Otro	Vegetal	Vegetal	Otro

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

4.1.2.2 Suelo

- Basura orgánica (STBO)

Con lo que respecta a basura orgánica se registró que dentro de los tres sitios de visita y los cuatro monitoreos realizados en la laguna de Colta existió un total de 0,68 lb de basura orgánica. Destacando a la línea base con fecha (14/10/2022) dentro de los tres sitios de visita pues se evidenció un total de 0,58 lb y de igual forma al sitio 7B1 con un total de 0,61 lb dentro de los 4 monitoreos realizados (ver Ilustración 4-9). Dentro de los monitoreos se encontró residuos de manzanas, cáscaras de mandarinas y naranjas y pepas de mango (ver Tabla 4-7).

Tabla 4-7: Resultados del indicador STBO para condición turística

Laguna de Colta					
Indicador: Basura orgánica (peso en lb)					
Sitios de visita	Fechas de monitoreo				Total
	14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023	
	Muestreos				
	LB	M1	M2	M3	
Sitio 7B1	0,58	0,00	0,03	0,00	0,61
Sitio 7B2	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07
Sitio 7B3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,58	0,07	0,03	0,00	0,68

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

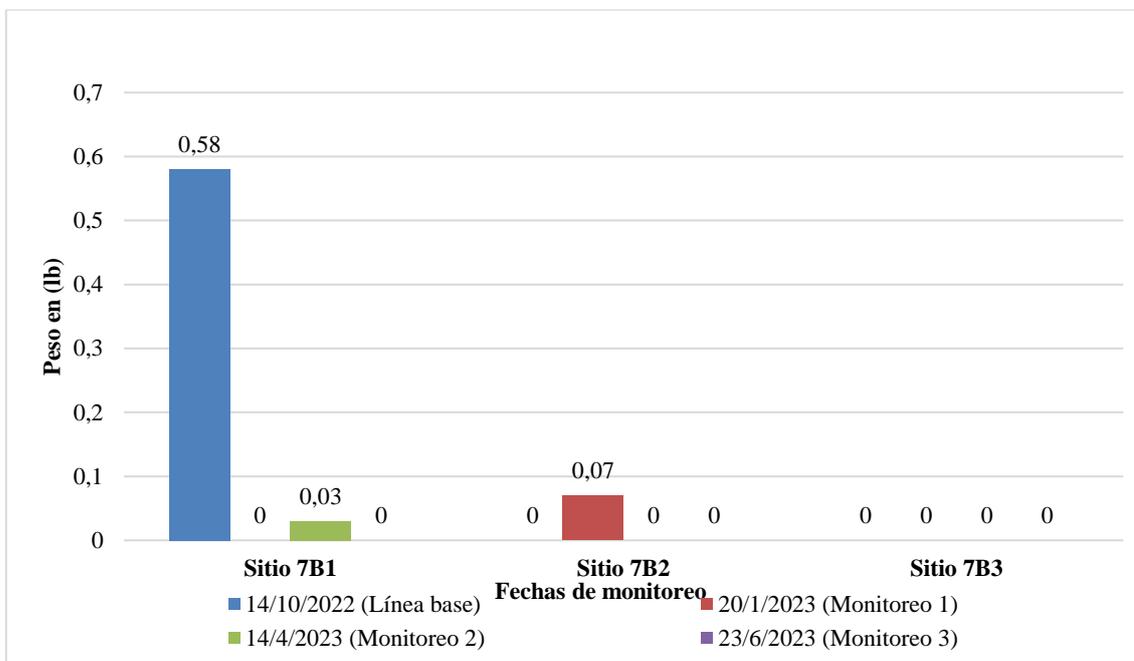


Ilustración 4-9: Resultados del indicador STBO para condición turística

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

○ Basura inorgánica (STBI)

Con lo que respecta a basura inorgánica se registró que dentro de los tres sitios de visita y los cuatro monitoreos realizados en la laguna de Colta existió un total de 7,79 lb de basura inorgánica. Destacando al monitoreo 2 (M2) con fecha (14/04/2023) dentro de los tres sitios de visita pues se evidencio un total de 3,56 lb y de igual forma al sitio de visita 7B1 con un total de 3,45 lb dentro de los cuatro monitoreos realizados (ver Tabla 4-8) (ver Ilustración 4-10). Dentro de los monitoreos se encontró fundas de caramelos, fundas plásticas, palos de chupetes, cucharas plásticas, palos de helados, cuerdas, botellas plásticas, papel higiénico, mascarillas, fundas de snack, cartón, costales, latas de atún, tapas plásticas y tarrinas.

Tabla 4-8: Resultados del indicador STBI para condición turística

Laguna de Colta						Total
Indicador: Basura orgánica (peso en lb)						
Sitios de visita	Fechas de monitoreo					
	14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023		
	Muestreos					
	LB	M1	M2	M3		
Sitio 7B1	0,70	0,35	2,04	0,36	3,45	
Sitio 7B2	0,23	0,07	0,98	0,14	1,42	
Sitio 7B3	0,78	0,79	0,54	0,81	2,92	
Total	1,71	1,21	3,56	1,31	7,79	

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

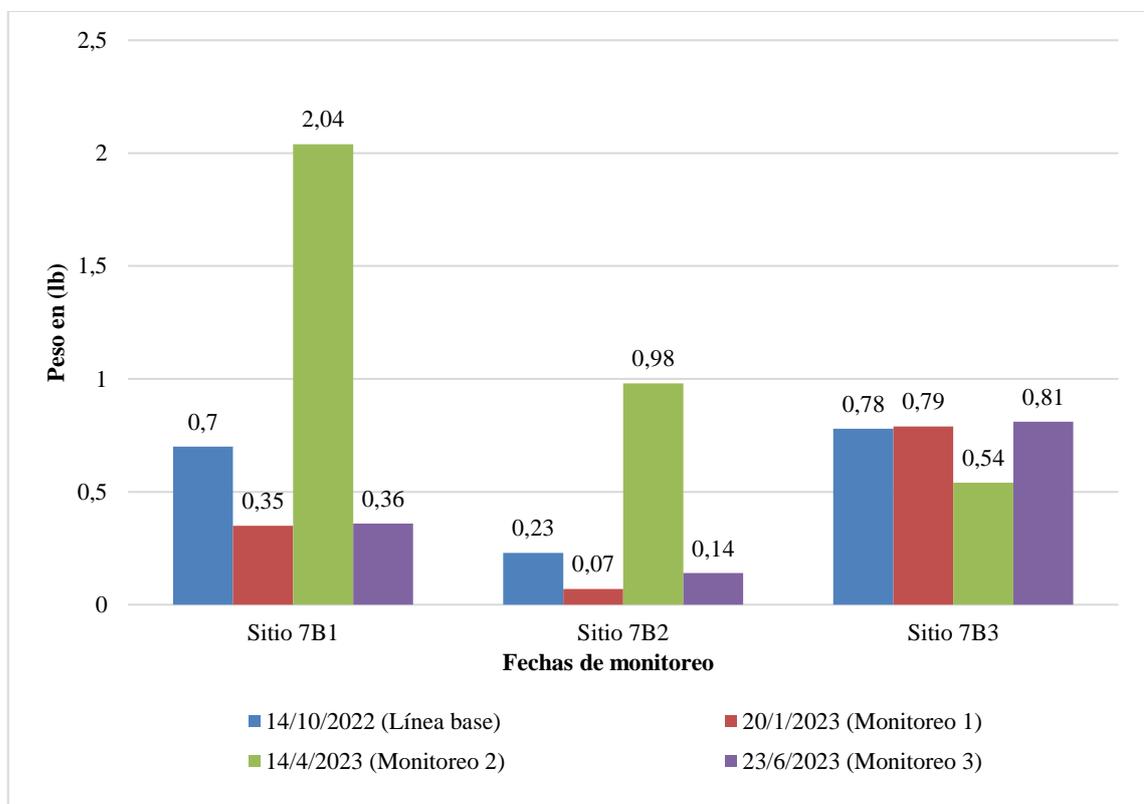


Ilustración 4-10: Resultados del indicador STBI para condición turística

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

4.1.2.3 Flora

- Alteración de la vegetación

De acuerdo con el parámetro alteración de la vegetación, se registró un total de 10 afectaciones por los cuatro monitoreos realizados. Destacando a la del monitoreo 2 realizado el 14/04/2023 pues se registró 4 afectaciones (ver Tabla 4-9).

Tabla 4-9: Resultados del indicador alteración de la vegetación para condición turística

Laguna de Colta					Total
Indicador: Alteración de la vegetación					
Sitios de visita	Fechas de monitoreo				
	14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023	
	Muestreos				
	LB	M1	M2	M3	
Sitio 7B1	0	0	0	0	0
Sitio 7B2	2	2	2	2	8
Sitio 7B3	0	0	2	0	2
Total	2	2	4	2	10

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

4.1.2.4 Paisaje

- Actividades antrópicas que producen cambio en el paisaje

De acuerdo con el parámetro actividades antrópicas que producen cambios en el paisaje, se registró un total de 51 afectaciones por los cuatro monitoreos realizados. Destacando al del sitio de visita 7B1 y 7B2 para los cuatro monitoreos ya que para cada fecha se registró un total de 18 afectaciones (ver Tabla 4-10).

Tabla 4-10: Resultados del indicador actividades antrópicas que cambian el paisaje

Laguna de Colta					Total
Indicador: Actividades antrópicas que producen cambios en el paisaje					
Sitios de visita	Fechas de monitoreo				
	14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023	
	Muestreos				
LB	M1	M2	M3		
Sitio 7B1	4	3	4	7	18
Sitio 7B2	4	3	6	5	18
Sitio 7B3	3	4	3	5	15
Total	11	10	13	17	51

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

4.1.3 Resultado del monitoreo condición ambiental

Dentro de los 4 monitoreos realizados para el atractivo turístico laguna de Colta, se obtuvieron resultados dentro de los parámetros climáticos. Uno de ellos fue la temperatura ambiente y la humedad relativa. Con lo que respecta a la temperatura ambiente se tuvo fluctuaciones mínimas que van desde 12 °C hasta máximas de 18,60 °C y un promedio de 16,34 °C. Por otro lado, dentro de la humedad relativa en porcentaje se evidencio un mínimo del 26%, un máximo de 59% y en promedio de 37,58% (ver Tabla 4-11).

Tabla 4-11: Resultados de temperatura ambiente y humedad relativa dentro de los sitios de muestreo de la laguna de Colta

Componente	Parámetro	Indicadores	Sitios de visita											
			7B1				7B2				7B3			
			Fecha de monitoreo				Fecha de muestreo				Fecha de muestreo			
			14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023	14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023	14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023
			Muestreo				Muestreo				Muestreo			
			LB	M1	M2	M3	LB	M1	M2	M3	LB	M1	M2	M3
Ambiente	Climático	Temperatura ambiente (°C)	17	12	17	16,20	15	16	16	18,30	18	16	16	18,60
		Humedad relativa (%)	30	54	59	48	36	40	29	37	26	29	29	34

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

4.1.3.1 Agua

○ Parámetros físicos

Dentro de la condición ambiental, se tuvo el levantamiento de la información de campo sobre los parámetros físicos, químicos y de microbiología. Dentro del parámetro físico y de forma específica con el oxígeno disuelto se evidenció que estos van desde 3,23 mg/L hasta los 16,97 mg/L con un promedio de 7,74 mg/L; el oxígeno disuelto saturado fue registra bajo rangos desde los 49,20% hasta los 257,00% con un promedio de 117,64%; dentro del indicador temperatura se presentaron valores desde los 15,20 °C hasta los 18,50 °C con un promedio de 16,38 °C; para el indicador conductividad eléctrica se registraron valores mínimos que van desde los 871,00 μ S/cm hasta valores máximos de 1043,00 μ S/cm con un promedio de 972,25 μ S/cm; para solidos totales disueltos se registró con valores que van desde los 432,00 mg/L hasta los 520,00 mg/L con un promedio de 482,67 mg/L; la salinidad presentó valores desde los 0,430% hasta los 0,665% con un promedio de 0,530%; la turbidez mostró valores desde los 2,22 hasta los 18,1 con un promedio de 6,22; el pH mostró valores desde los 4,73 hasta los 9,29 con un promedio de 7,98 (ver Tabla 4-12).

○ Parámetros químicos

Dentro de los parámetros químicos registrados dentro de los 4 monitoreos de la laguna de Colta se estableció que dentro del color este va desde los 28 hasta los 189 con un promedio de 83,75; con respecto a los nitritos se identificó que los valores van desde los 0,002 hasta los 0,009 con un promedio de 0,006; los nitratos representaron valores desde los 1,7 hasta los 4,2 con un promedio de 2,54; los fosfatos registrados van desde los 0,05 mg/L hasta los 1,03 mg/L con un promedio de 0,31 mg/L; el fósforo registró valores desde los 0,02 mg/L hasta los 0,36 mg/L con un promedio de 0,10 mg/L; el nitrógeno amoniacal presentó valores desde los 0,26 mg/L hasta los 0,49 mg/L con un promedio de 0,36 mg/L; el DQO presentó valores de bajo rango hasta los 60 mg/L con un promedio de 46,27 mg/L y el DBO presentó valores desde los 2,25 mgO₂/L hasta los 8,7 mgO₂/L con un promedio de 4,70 mgO₂/L (ver Tabla 4-12).

○ Parámetros microbiológicos

Finalmente, para el parámetro de microbiología y el indicador coliformes totales se tuvo un registro que va desde 0 hasta 2300 con un promedio de 227; las coliformes fecales registraron un valor que va desde los 0 hasta 960 con un promedio de 93,42; los aerobios registrados fueron

desde los 280 hasta 7650 con un promedio de 1687,1; los mohos registrados fueron desde los 0 hasta 69 con un promedio de 11; los hongos registrados fueron desde 0 hasta 1 con un promedio de 0,083 y las levaduras registradas fueron desde 0 hasta 300 con un promedio de 45,67 (ver Tabla 4-12).

Tabla 4-12: Parámetros físicos, químicos y de microbiología para los tres sitios de visita de la laguna de Colta

Componente	Parámetro	Indicadores	Sitios de visita											
			7B1				7B2				7B3			
			Fecha de monitoreo				Fecha de monitoreo				Fecha de monitoreo			
			14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023	14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023	14/10/2022	20/01/2023	14/04/2023	23/06/2023
			Muestreo				Muestreo				Muestreo			
LB	M1	M2	M3	LB	M1	M2	M3	LB	M1	M2	M3			
Cuerpo de agua	Físicos	Oxígeno disuelto (mg/L)	7,45	6,31	10,82	11,89	6,03	8,39	9,24	16,97	3,09	3,23	5,91	3,57
		Color	105	131	28	32	149	58	47	74	64	189	60	68
		Oxígeno disuelto saturado ODS (%)	115,90	93,30	167,00	179,90	91,40	124,80	138,50	257,00	50,00	49,20	89,20	55,50
		Temperatura (°C)	17,50	15,10	17,10	16,20	16,20	15,40	15,80	16,30	18,50	15,20	16,00	17,30
		Conductividad eléctrica (µS/cm)	1033,00	871,00	978,00	944,00	1043,00	935,00	954,00	897,00	975,00	1003,00	1033,00	1001,00
		Solidos Totales disueltos (mg/L)	517,00	432,00	481,00	467,00	520,00	472,00	469,00	441,00	487,00	500,00	512,00	494,00
		Salinidad (%)	0,607	0,430	0,483	0,498	0,665	0,511	0,469	0,464	0,613	0,539	0,532	0,544
		Turbidez (NTU)	3,30	10,80	5,1	2,22	5,38	2,6	3,9	3,22	4,45	18,1	11,28	4,24
		pH	8,45	8,92	9,29	9,04	8,41	9,02	9,1	8,14	8,18	7,87	4,73	4,57
	Químico	Nitritos-N	0,003	0,006	0,009	0,009	0,002	0,008	0,007	0,007	0,004	0,002	0,007	0,008
		Nitratos-N	1,8	2,2	3,7	1,7	4,2	2,6	2,7	1,9	2	2,4	2,3	3
		Fosfatos (mg/L)	0,17	1,03	0,11	0,3	0,15	0,09	0,13	0,05	0,17	0,69	0,43	0,44
		Fósforo-P (mg/L)	0,05	0,36	0,03	0,1	0,05	0,03	0,04	0,02	0,06	0,22	0,14	0,14
		Nitrógeno amoniacal	0,26	0,39	0,33	0,3	0,36	0,29	0,34	0,46	0,31	0,49	0,31	0,44
		DQ0 (mg/L)	11	23	40	47	DR	27	39	43	33	60	41	46
		DBO (mgO2/L)	6,25	3,19	3,55	2,25	5,88	3,09	3,19	3,02	6,34	8,7	4,91	5,98
	Microbiológicos	Coliformes totales	11	63	13	1	12	95	0	177	18	2300	0	34
		Coliformes fecales	0	2	0	0	0	1	0	0	0	68	960	90
		Aerobios	280	1640	740	920	360	1480	960	1995	620	2580	7650	1020
		Mohos	0	4	1	0	0	2	0	5	0	48	69	3
Hongos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Levaduras		0	94	14	12	0	48	4	24	0	300	39	13	

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

4.1.3.2 Macroinvertebrados

○ Línea base

Dentro de la línea base levantada el 14 de noviembre del 2022 se identificó un total de 6.432 individuos de macroinvertebrados, los cuales se distribuyeron dentro de 7 clases: Insecta, Malacostraca, Turbellaria, Hirudinea, Hydrozoa, Oligochaeta y Gastropoda. Además de 11 órdenes tales como: *Odonata*, *Diptera*, *Coleoptera*, *Heteroptera*, *Amphipoda*, *Tricladida*, *Rhynchobdellida*, *Hidroida*, *Crassicitellata*, *Haplotaxida* y *Basommatophora*. Y por presentar 18 familias, las cuales son: *Coenagrionidae*, *Aeshnidae*, *Empididae*, *Limoniidae*, *Culicidae*, *Chironomidae*, *Hidrophilidae*, *Corixidae*, *Hyaellidae*, *Dugessiidae*, *Glossiphonidae*, *Hydridae*, *Lumbricidae*, *Tubificidae*, *Physidae* y *Planorbidae* (ver Tabla 4-13).

El sitio de visita 7B1 presento un total de 2.448 individuos, el sitio 7B2 tuvo un total de 815 individuos y el sitio 7B3 tuvo un total de 3.169 individuos. La familia *Hyaellidae* perteneciente al orden Amphipoda y la clase Malacostraca tuvo una mayor representatividad para la línea base con un 57,06% y la que menor representatividad presento fue la familia *Limoniidae* perteneciente al orden *Diptera* y la clase Insecta con un 0,02% (ver Ilustración 4-11).

Tabla 4-13: Análisis de macroinvertebrados identificados en la línea base

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita			# total de individuos	% de las familias
			7B1	7B2	7B3		
Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>		191	92	283	4,40%
		<i>Aeshnidae</i>	1	5	21	27	0,42%
	<i>Diptera</i>	<i>Empididae</i>			4	4	0,06%
		<i>Limoniidae</i>			1	1	0,02%
		<i>Culicidae</i>			10	10	0,16%
		<i>Chironomidae</i>	73	204	29	306	4,76%
	<i>Coleoptera</i>	<i>Hidrophilidae</i>			8	8	0,12%
	<i>Heteroptera</i>	<i>Corixidae</i>	44	57	57	158	2,46%
		<i>Notonectidae</i>	1	1	4	6	0,09%
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	1392	174	2104	3670	57,06%
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	16		4	20	0,31%
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	3			3	0,05%
Hydrozoa	<i>Hidroida</i>	<i>Hydridae</i>	12	2		14	0,22%
Oligochaeta	<i>Crassicitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	27			27	0,42%
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>		105	550	655	10,18%
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	607	75	20	702	10,91%
		<i>Planorbidae</i>	272	1	265	538	8,36%
Total			2448	815	3169	6432	100,00%

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

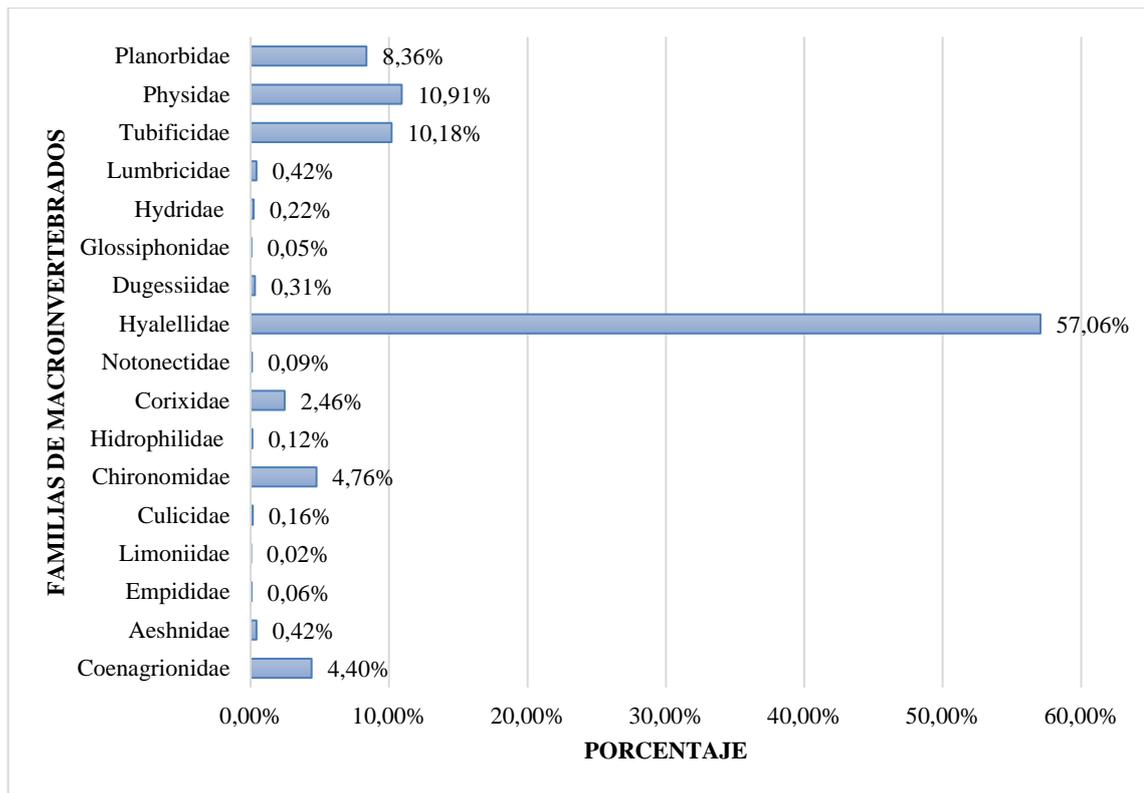


Ilustración 4-11: Porcentaje de análisis de macroinvertebrados de la LB

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

○ Monitoreo 1

Para el monitoreo 1, llevado a cabo el 20 de enero del 2023 se identificó un total de 6.806 individuos de macroinvertebrados, los cuales se distribuyeron dentro de 7 clases: Insecta, Malacostraca, Turbellaria, Hirudinea, Hydrozoa, Oligochaeta y Gastropoda. Además de 11 órdenes tales como: *Odonata*, *Diptera*, *Coleoptera*, *Heteroptera*, *Amphipoda*, *Tricladida*, *Rhynchobdellida*, *Hidroida*, *Crassicitellata*, *Haplotaxida* y *Basommatophora*. Y por presentar 16 familias, las cuales son: *Coenagrionidae*, *Aeshnidae*, *Culicidae*, *Chironomidae*, *Hidrophilidae*, *Corixidae*, *Hyalellidae*, *Dugessiidae*, *Glossiphonidae*, *Hydridae*, *Lumbricidae*, *Tubificidae*, *Physidae* y *Planorbidae* (ver Tabla 4-14).

El sitio de visita 7B1 presento un total de 5.174 individuos, el sitio 7B2 tuvo un total de 957 individuos y el sitio 7B3 tuvo un total de 675 individuos. La familia *Hyalellidae* perteneciente al orden Amphipoda y la clase Malacostraca tuvo una mayor representatividad para el monitoreo 1 con un 60,53% y la que menor representatividad presento fue la familia *Hidrophilidae* perteneciente al orden *Diptera* y la clase Insecta con un 0,01% (ver Ilustración 4-12).

Tabla 4-14: Análisis de macroinvertebrados identificados en el monitoreo 1

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita			# total de individuos	% de las familias
			7B1	7B2	7B3		
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	61	15	102	178	2,62%
		<i>Aeshnidae</i>	1	2	18	21	0,31%
	Diptera	<i>Culicidae</i>			2	2	0,03%
		<i>Chironomidae</i>	610	126	45	781	11,48%
	Coleoptera	<i>Hidrophilidae</i>			1	1	0,01%
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	179	38	83	300	4,41%
<i>Notonectidae</i>			20	108	128	1,88%	
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	3573	382	165	4120	60,53%
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	25	16		41	0,60%
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	5		2	7	0,10%
Hydrozoa	<i>Hidroida</i>	<i>Hydridae</i>		2		2	0,03%
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	114	38	57	209	3,07%
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	161	95	50	306	4,50%
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	365	215	10	590	8,67%
		<i>Planorbidae</i>	80	8	32	120	1,76%
Total			5174	957	675	6806	100,00%

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

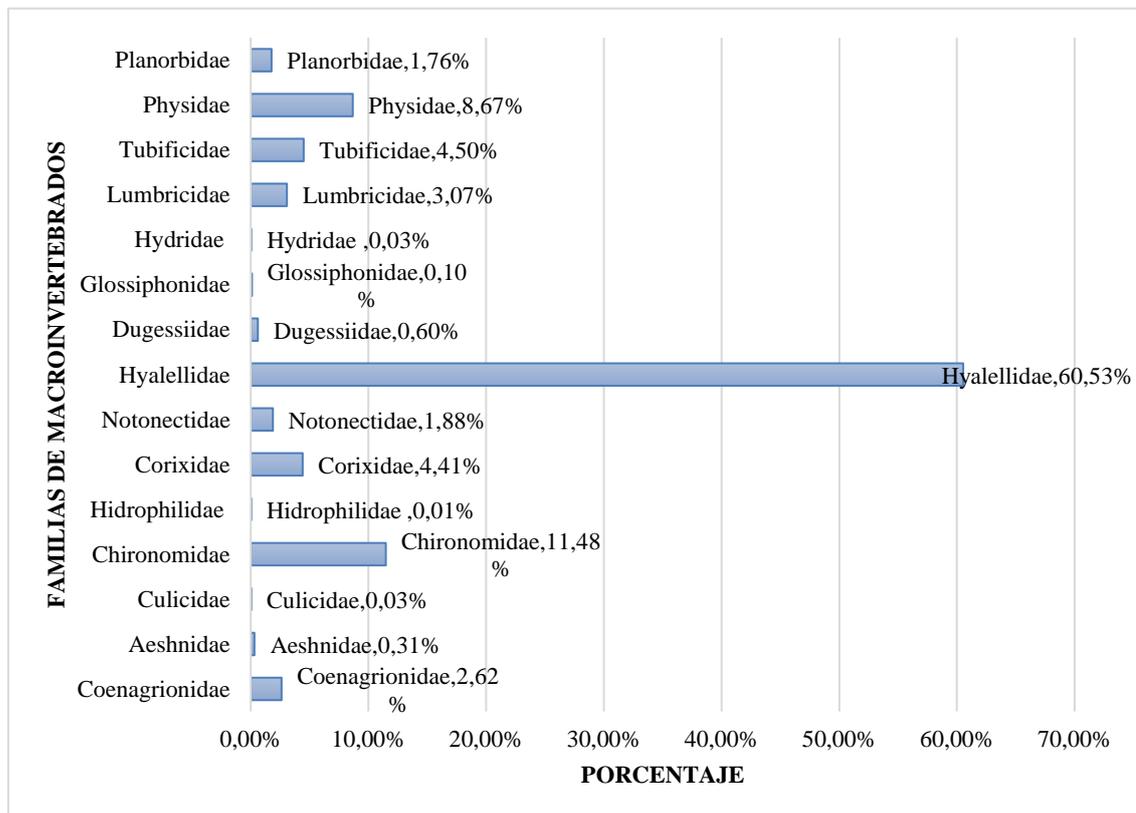


Ilustración 4-12: Porcentaje de análisis de macroinvertebrados del M1

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

○ *Monitoreo 2*

Para el monitoreo 2, llevado a cabo el 14 de abril del 2023 se identificó un total de 6.441 individuos de macroinvertebrados, los cuales se distribuyeron dentro de 6 clases: Insecta, Malacostraca, Turbellaria, Hirudinea, Oligochaeta y Gastropoda. Además de 10 órdenes tales como: *Odonata*, *Diptera*, *Coleoptera*, *Heteroptera*, *Amphipoda*, *Tricladida*, *Rhynchobdellida*, *Crassicitellata*, *Haplotaxida* y *Basommatophora*. Y por presentar 15 familias, las cuales son: *Coenagrionidae*, *Aeshnidae*, *Empididae*, *Syrphidae*, *Chironomidae*, *Hidrophilidae*, *Corixidae*, *Notonectidae*, *Hyaellidae*, *Dugessiida*, *Glossiphonidae*, *Lumbricidae*, *Tubificidae*, *Physidae* y *Planorbidae* (ver Tabla 4-15).

El sitio de visita 7B1 presento un total de 1.304 individuos, el sitio 7B2 tuvo un total de 2.532 individuos y el sitio 7B3 tuvo un total de 2.605 individuos. La familia *Hyaellidae* perteneciente al orden Amphipoda y la clase Malacostraca tuvo una mayor representatividad para el monitoreo 2 con un 45,19% y la que menor representatividad presentó fueron las familias: *Syrphidae*, *Hidrophilidae* y *Notonectidae* con un 0,06% cada una (ver Ilustración 4-13).

Tabla 4-15: Análisis de macroinvertebrados identificados en el monitoreo 2

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita			# total de individuos	% de las familias
			7B1	7B2	7B3		
Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	18	20	28	66	1,02%
		<i>Aeshnidae</i>	6	6	20	32	0,50%
	<i>Diptera</i>	<i>Empididae</i>	4	3		7	0,11%
		<i>Syrphidae</i>			4	4	0,06%
		<i>Chironomidae</i>	72	282	198	552	8,57%
	<i>Coleoptera</i>	<i>Hidrophilidae</i>			4	4	0,06%
	<i>Heteroptera</i>	<i>Corixidae</i>	182	500	134	816	12,67%
<i>Notonectidae</i>				4	4	0,06%	
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	662	1344	905	2911	45,19%
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiida</i>	26	40	5	71	1,10%
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	3	2	10	15	0,23%
Oligochaeta	<i>Crassicitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	16		238	254	3,94%
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	35	55	788	878	13,63%
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	209	272	46	527	8,18%
		<i>Planorbidae</i>	71	8	221	300	4,66%
Total			1304	2532	2605	6441	100,00%

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

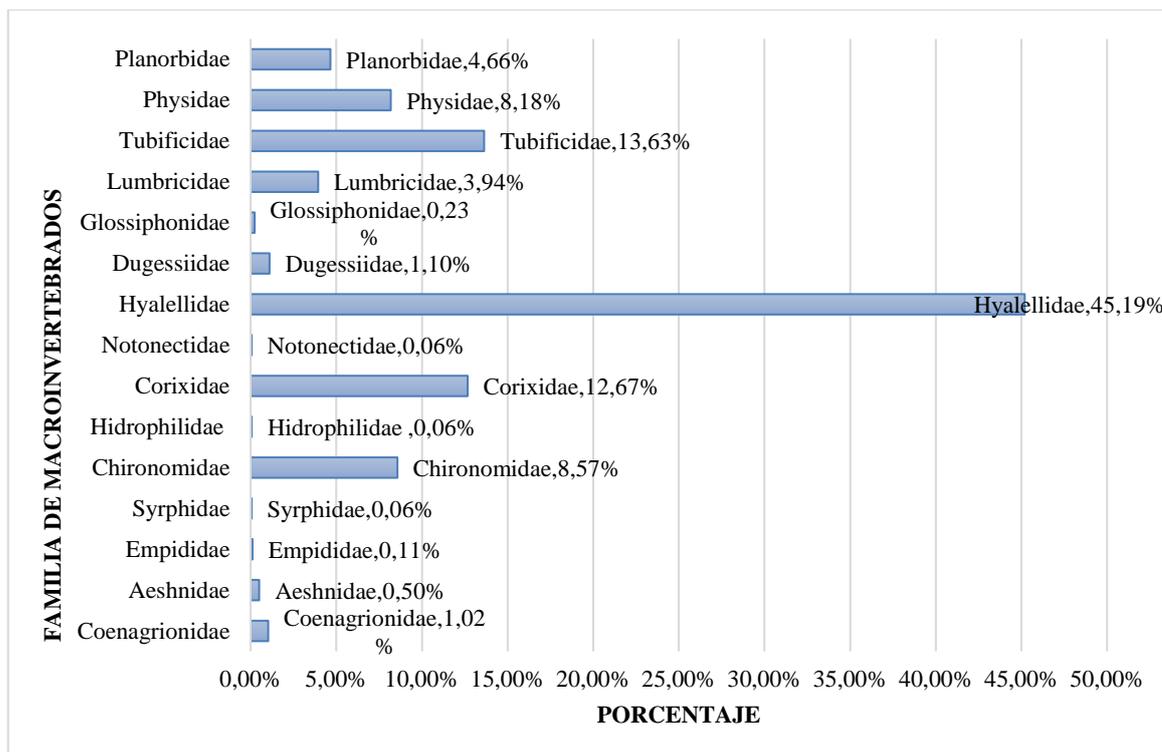


Ilustración 4-13: Porcentaje de análisis de macroinvertebrados del M2

Realizado por: Rodríguez, E., 2023.

○ *Monitoreo 3*

Para el monitoreo 3, llevado a cabo el 23 de junio del 2023 se identificó un total de 9.514 individuos de macroinvertebrados, los cuales se distribuyeron dentro de 6 clases: Insecta, Malacostraca, Turbellaria, Hirudinea, Oligochaeta y Gastropoda. Además de 10 órdenes tales como: *Odonata*, *Díptera*, *Coleóptera*, *Heteróptera*, *Amphipoda*, *Tricladida*, *Rhynchobdellida*, *Crassicitellata*, *Haplotaxida* y *Basommatophora*. Y por presentar 15 familias, las cuales son: *Coenagrionidae*, *Aeshnidae*, *Empididae*, *Chironomidae*, *Dysticidae*, *Hidrophilidae*, *Corixidae*, *Notonectidae*, *Hyalellidae*, *Dugessiida*, *Glossiphonidae*, *Lumbricidae*, *Tubificidae*, *Physidae* y *Planorbidae* (ver Tabla 4-16).

El sitio de visita 7B1 presento un total de 5.289 individuos, el sitio 7B2 tuvo un total de 2.410 individuos y el sitio 7B3 tuvo un total de 1.815 individuos. La familia *Hyalellidae* perteneciente al orden Amphipoda y la clase Malacostraca tuvo una mayor representatividad para el monitoreo 3 con un 71,10% y la que menor representatividad presentó fue la familia: *Dytiscidae* del orden *Coleóptera* y la clase Insecta con un 0,03% (ver Ilustración 4-14).

Tabla 4-16: Análisis de macroinvertebrados identificados en el monitoreo 3

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita			# total de individuos	% de las familias
			7B1	7B2	7B3		
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	71	94	30	195	2,05%
		<i>Aeshnidae</i>	30	49	23	102	1,07%
	Díptera	<i>Empididae</i>		42	3	45	0,47%
		<i>Chironomidae</i>	163	455	87	705	7,41%
	Coleóptera	<i>Dytiscidae</i>		3		3	0,03%
		<i>Hidrophilidae</i>			5	5	0,05%
	Heteróptera	<i>Corixidae</i>	4	160	84	248	2,61%
		<i>Notonectidae</i>	25	28	3	56	0,59%
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	4524	1370	870	6764	71,10%
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	14	39	3	56	0,59%
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	2		7	9	0,09%
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>		8	368	376	3,95%
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	341	57	201	599	6,30%
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	98	102	30	230	2,42%
		<i>Planorbidae</i>	17	3	101	121	1,27%
Total			5289	2410	1815	9514	100,00%

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

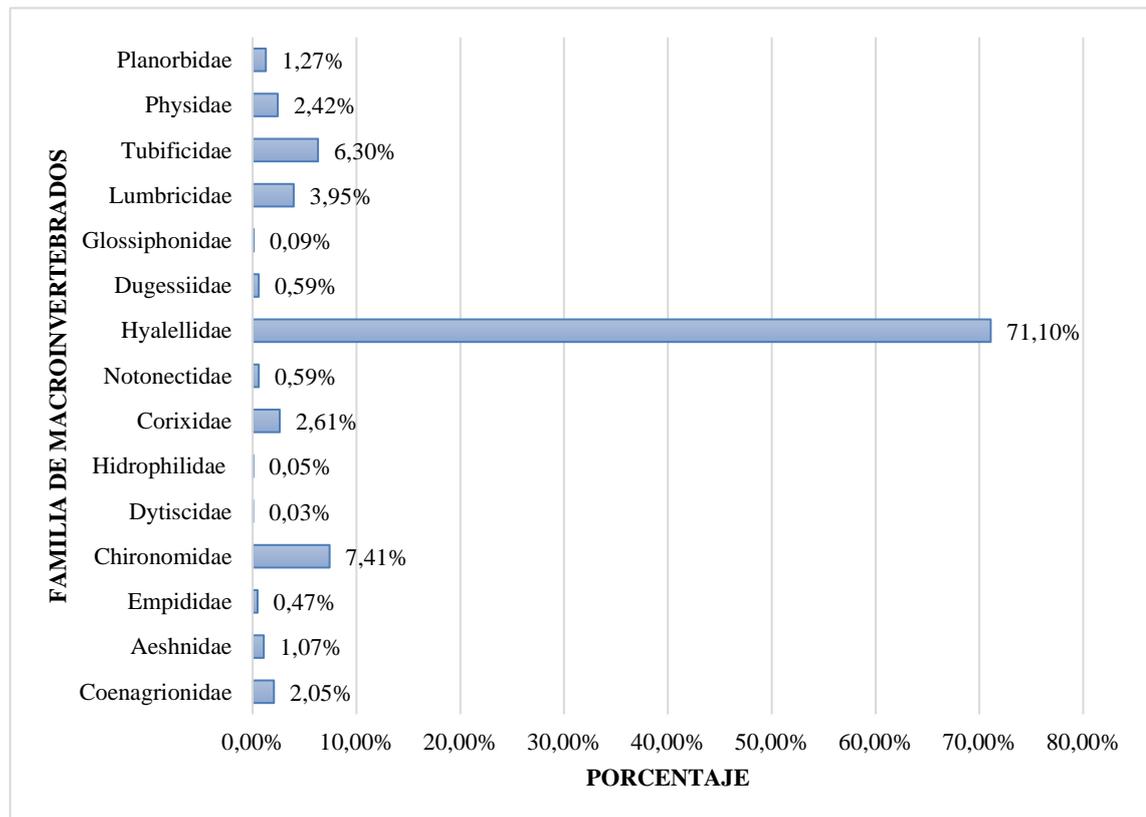


Ilustración 4-14: Porcentaje de análisis de macroinvertebrados del M3

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

4.1.4 Análisis de cumplimiento de criterios de calidad de agua según la normativa TULSMA

- Uso estético

Con respecto al análisis de los criterios de calidad para aguas para uso estético se determinó que se incumple al parámetro oxígeno disuelto dentro del sitio de visita 7B3 y de los monitoreos llevados a cabo el: 14 de octubre del 2022, 20 de enero del 2023 y del 23 de junio del 2023. No se evidencia el incumplimiento al parámetro turbiedad dentro de todo el estudio. Por otro lado, al existir la presencia de color dentro de los 4 monitoreos y los 3 sitios de visita, se puede mencionar que existe el incumplimiento a este parámetro (ver Tabla 4-17).

- Uso recreativo

Con respecto al análisis de los criterios de calidad para aguas con fines recreativos por contacto primario, establecidos dentro del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Se determinó que existe el incumplimiento al parámetro coliformes fecales, dentro del monitoreo realizado el 14 de abril del 2023 y de forma específica en el sitio de visita 7B3. Así mismo, para el parámetro pH se determinó que existe el incumplimiento a la norma dentro del monitoreo (LB) realizado el 14 de octubre del 2022 en los sitios de visita 7B1 y 7B2; además de monitoreo 1 realizado el 20 de enero del 2023 dentro del sitios de visita 7B1 y 7B2; en el monitoreo 2 realizado el 14 de abril del 2023 y en los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 y en el monitoreo 3 realizado el 23 de junio del 2023 en el sitio de visita 7B1 y 7B3. Para el parámetro oxígeno disuelto se generó el incumplimiento a la norma dentro del sitio de visita 7B3 y de los monitoreos llevados a cabo el: 14 de octubre del 2022, 20 de enero del 2023 y del 23 de junio del 2023. El parámetro coliformes fecales se incumple dentro monitoreo realizado el 14 de abril del 2023 en el sitio de visita 7B3 (ver Tabla 4-17).

Con respecto al análisis de los criterios de calidad para aguas con fines recreativos por contacto secundario se evidencia que existe el incumplimiento al parámetro pH, dentro del monitoreo realizado el 20 de enero del 2023 (sitio de visita 7B2); dentro del monitoreo realizado el 14 de abril del 2023 (7B1,7B2 y 7B3) y el monitoreo del 23 de junio del 2023 (7B1 y 7B3). El siguiente parámetro que se incumple es oxígeno disuelto dentro de la línea base levantada el 14 de octubre del 2022 (7B3); dentro del monitoreo del 20 de enero del 2023 (7B3) y el 23 de junio del 2023 (7B3). No se evidencia el incumplimiento al parámetro coliformes totales dentro de todo el estudio (ver Tabla 4-17).

- Conservación de la vida silvestre acuática

Con respecto al análisis de los criterios para la preservación de la vida acuática dentro del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, se genera el incumplimiento al parámetro coliformes fecales en los monitoreos realizados el 20 de enero del 2023 (7B1,7B2 y 7B3); 14 de abril del 2023 (7B3) y el 23 de junio del 2023 (7B3). Además, se incumple con el parámetro pH dentro del monitoreo realizado el 20 de enero del 2023 (7B2); 14 de abril del 2023 (7B1, 7B2 y 7B3) y el monitoreo realizado el 23 de junio del 2023 (7B1 y 7B3). Para el parámetro oxígeno disuelto se generó el incumplimiento a la norma dentro del sitio de visita 7B3 y de los monitoreos llevados a cabo el: 14 de octubre del 2022, 20 de enero del 2023 y del 23 de junio del 2023. Para la demanda química del oxígeno se generó el incumplimiento dentro del monitoreo realizado el 20 de enero del 2023 (7B3); el 14 de abril del 2023 (7B3) y el 23 de junio del 2023 (7B1, 7B2 y 7B3). Finalmente, se incumple el parámetro nitrógeno amoniacal dentro de los 4 monitoreos realizados y los 3 sitios de visita. Y se genera el cumplimiento a la norma dentro de los parámetros nitritos y nitratos (ver Tabla 4-17).

Tabla 4-17: Evaluación de los parámetros establecidos según el TULSMA (fines recreativos/uso estético y preservación de vida acuática)

Texto Unificado de Legislación Secundaria		Parámetro	Nivel de permisibilidad	Monitoreo											
				LB			M1			M2			M3		
				14/10/2022			20/01/2023			14/04/2023			23/06/2023		
				Sitios de visita			Sitios de visita			Sitios de visita			Sitios de visita		
				7B1	7B2	7B3	7B1	7B2	7B3	7B1	7B2	7B3	7B1	7B2	7B3
Fines recreativos	Contacto primario	Coliformes fecales	-200 NMP/100 ml	0	0	0	2	1	68	0	0	960	0	0	90
		pH	(6,5 – 8,3)	8,45	8,41	8,18	8,92	9,02	7,87	9,29	9,10	4,73	9,04	8,14	4,57
		Oxígeno disuelto (%)	(> 80%)	115,90	91,40	50,00	93,30	124,80	49,20	167,00	138,50	89,20	179,90	257,00	55,5
	Contacto secundario	Coliformes totales (UFC)	-200 NMP/100 ml	0	0	0	2	1	68	0	0	960	0	0	90
		pH	(6 – 9)	8,45	8,41	8,18	8,92	9,02	7,87	9,29	9,10	4,73	9,04	8,14	4,57
		Oxígeno disuelto (%)	(> 80%)	115,90	91,40	50,00	93,30	124,80	49,20	167,00	138,50	89,20	179,90	257,00	55,5
		Coliformes totales (UFC)	-4000 NMP/100 ml	11	12	18	63	95	2300	13	0	0	1	177	34
Uso estético	Oxígeno disuelto (%)	(> 60%)	115,90	91,40	50,00	93,30	124,80	49,20	167,00	138,50	89,20	179,90	257,00	55,5	
	Turbiedad UTN	(< 20 UTN)	3,30	5,38	4,45	10,80	2,60	18,10	5,10	3,90	11,28	2,22	3,22	4,24	
	Color	Ausencia	105	149	64	131	58	189	28	47	60	32	74	68	
Preservación de la vida acuática	Coliformes fecales	(Si hay contaminación)	0	0	0	2	1	68	0	0	960	0	0	90	
	pH	(6,5 – 9)	8,45	8,41	8,18	8,92	9,02	7,87	9,29	9,10	4,73	9,04	8,14	4,57	
	Oxígeno disuelto (%)	(> 80%)	115,90	91,40	50,00	93,30	124,80	49,20	167,00	138,50	89,20	179,90	257,00	55,5	
	DQO mg/L	(40)	11	DBR	33	23	27	60	40	39	41	47	43	46	
	DBO5 mg/L	(20)	6,25	5,88	6,34	3,19	3,09	8,7	3,55	3,19	4,91	2,25	3,02	5,98	
	Nitrógeno amoniacal	Ausencia	0,26	0,36	0,31	0,39	0,29	0,49	0,33	0,34	0,31	0,3	0,46	0,44	
	Nitratos (mg/L)	(13)	1,8	4,2	2	2,2	2,6	2,4	3,7	2,7	2,3	1,7	1,9	3	
Nitritos (mg/L)	(0,2)	0,003	0,002	0,004	0,006	0,008	0,002	0,009	0,007	0,007	0,009	0,007	0,008		

Realizado por: Rodriguez, E., 2023.

4.1.5 Análisis de correspondencia canónica (ACC)

4.1.5.1 ACC para parámetros físicos, químicos y microbiológicos para la línea base levantada el 14/10/2022

Sumados el eje 1 (59,13%) y el eje 2 (40,87%) se tiene el total del 100% que corresponde al porcentaje de confiabilidad que explican los ejes. Dentro del análisis de las familias y los sitios de visita, se determinó que la familia *Planorbidae* caracteriza al sitio de visita 7B1, la familia *Corixidae* al sitio de visita 7B2 y la familia *Hyaellidae* al sitio de visita 7B3.

Los parámetros mencionados a continuación físico (salinidad, oxígeno disuelto), químico (fosfato, nitratos) y microbiológicos (aerobios, coliformes totales) tienen un mayor efecto sobre las familias de macroinvertebrados. Al identificar los parámetros que presentan un mayor efecto se puede determinar con que familia se asocia. Por tanto, al existir un aumento en las cantidades de nitratos se acelera el proceso de eutrofización (aguas con desechos agrícolas), aumentando la presencia de vegetación acuática y a la salinidad. Esto se asocia con la presencia de la familia *Corixidea* debido a que habita en aguas oligomesotróficas es decir (aguas calcáreas-con vegetación) y siendo familias tolerantes a la contaminación. Las familias *Culicidae*, *Hidrophilidae* y *Empididae* al habitar en aguas contaminadas se asocian a la presencia del parámetro aerobios determinando así que son tolerantes a la contaminación. Por otro lado, al existir una influencia directa de la temperatura sobre los nitritos se indica que existe una contaminación al agua y por tanto al ser un hábitat ideal para la *Hyaellidae* se encuentra la asociación (ver Ilustración 4-15).

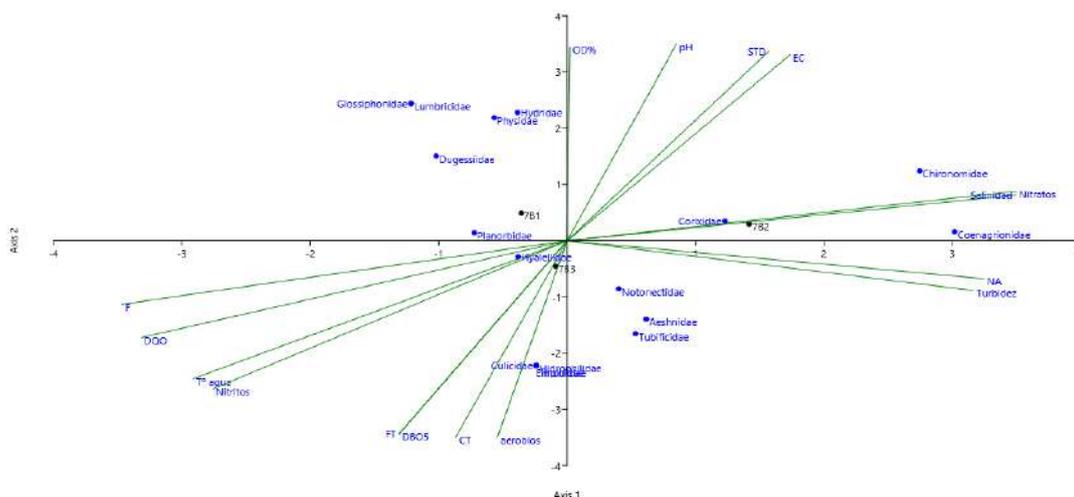


Ilustración 4-15: ACC para línea base

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

4.1.5.2 ACC para parámetros físicos, químicos y microbiológicos para monitoreo 1 levantado el 20/01/2023

Sumados el eje 1 (80,1%) y el eje 2 (19,9%) se tiene el total del 100% que corresponde al porcentaje de confiabilidad que explican los ejes. Dentro del análisis de las familias y los sitios de visita, se determinó que la familia *Hyaellidae* caracteriza al sitio de visita 7B1, la familia *Chironomidae* al sitio de visita 7B2 y la familia *Corixidae* al sitio de visita 7B3.

Los parámetros mencionados a continuación físico (pH, temperatura del agua), químico (nitratos, fosfatos, fósforo total, demanda química del oxígeno, demanda biológica del oxígeno) y microbiológicos (coliformes totales), tienen un mayor efecto sobre las familias de macroinvertebrados. Al identificar los parámetros que presentan un mayor efecto se puede determinar con que familia se asocia. Por tanto, la presencia de la familia *Chironomidae* se debe al aumento en el parámetro nitrato, el aumento del pH y a la disminución en el oxígeno disuelto. Ya que esto hace que exista aguas contaminadas siendo así un hábitat ideal para esta familia tolerante a la contaminación. La presencia de la familia *Lumbricidae* se relaciona con el parámetro salinidad ya que un aumento en la salinidad se debe a la presencia de aguas industriales y naturales. De este modo esta familia es tolerante a la contaminación (ver Ilustración 4-16).

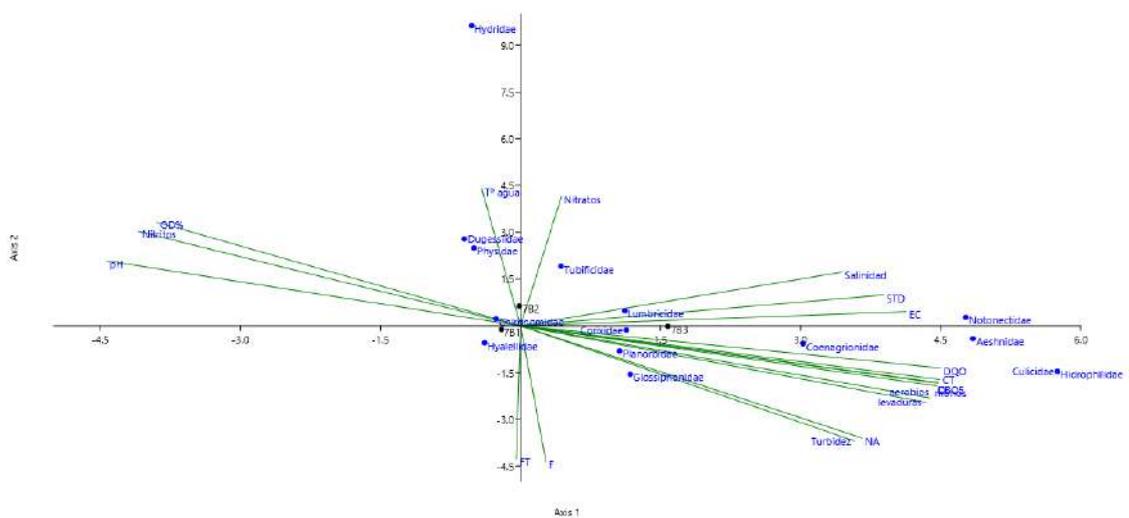


Ilustración 4-16: ACC para el monitoreo 1

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

4.1.5.3 ACC para parámetros físicos, químicos y microbiológicos para monitoreo 2 levantado el 14/04/2023

Sumados el eje 1 (93,48%) y el eje 2 (6,52%) se tiene el total del 100% que corresponde al porcentaje de confiabilidad que explican los ejes. Dentro del análisis de las familias y los sitios de visita, se determinó que la familia *Hyaellidae* caracteriza al sitio de visita 7B1, la familia *Hyaellidae* al sitio de visita 7B2 y la familia *Tubificidae* al sitio de visita 7B3.

Los parámetros mencionados a continuación físico (pH, oxígeno disuelto, temperatura del agua, turbidez), químico (nitritos) y microbiológicos (mohos), tienen un mayor efecto sobre las familias de macroinvertebrados. Al identificar los parámetros que presentan un mayor efecto se puede determinar con que familia se asocia. Por tanto, la presencia de la familia *Hyaellidae* se debe a la presencia del parámetro nitrógeno amoniacal, pues este parámetro es un índice de contaminación en aguas superficiales, producto de la descomposición de materiales inorgánicos y orgánicos. Esto hace que la familia se vuelva tolerante a dicha contaminación y de allí su relación. La presencia de la familia *Empididae* se relaciona con el parámetro temperatura del agua ya que esta familia habita en aguas oligomesotróficas es decir con un alto contenido de vegetación acuática, volviéndose tolerante a la contaminación. La familia *Tubificidae* se relaciona con la presencia de coliformes fecales debido a que esta familia habita en ambientes en donde existe eutrofización y material orgánica en descomposición es decir fecas de animales o de humanos. Siendo una familia altamente tolerante a la contaminación. Así mismo las familias *Notonectidae*, *Hidrophilidae* y *Syrphidae* se relacionan con el parámetro mohos y aerobios pues al existir un aumento de los mismos se genera un proceso de eutrofización, teniendo como resultado aguas con una contaminación muy alta, siendo hábitats de estas familias tolerantes a la contaminación (ver Ilustración 4-17).

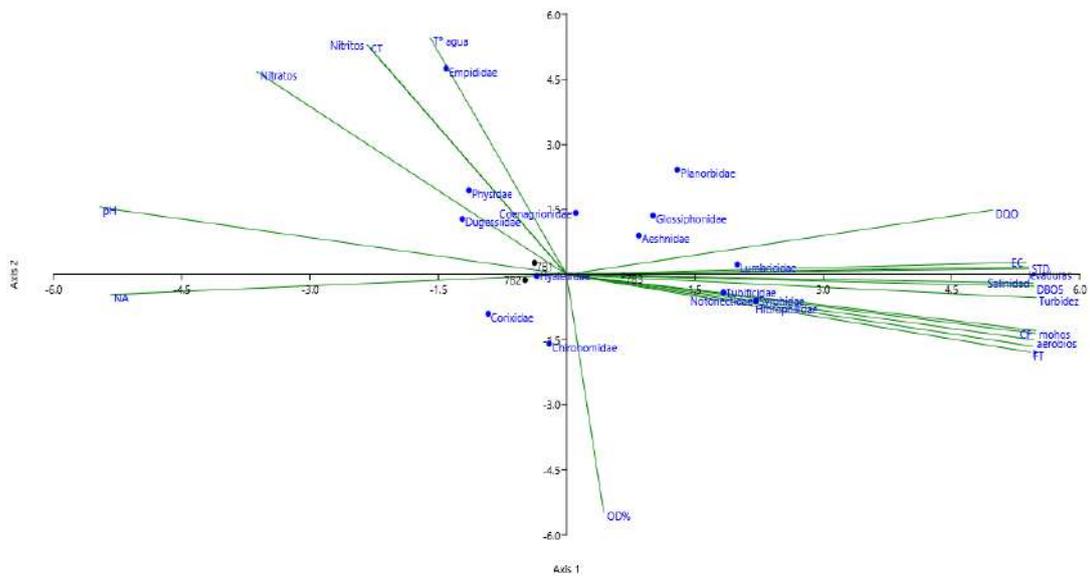


Ilustración 4-17: ACC para el monitoreo 2

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

4.1.5.4 ACC para parámetros físicos, químicos y microbiológicos para monitoreo 3 levantado el 23/06/2023

Sumados el eje 1 (61,61%) y el eje 2 (38,39%) se tiene el total del 100% que corresponde al porcentaje de confiabilidad que explican los ejes. Dentro del análisis de las familias y los sitios de visita, se determinó que la familia *Hyaellidae* caracteriza al sitio de visita 7B1, la familia *Physidae* al sitio de visita 7B2 y la familia *Tubificidae* al sitio de visita 7B3.

Los parámetros mencionados a continuación físico (oxígeno disuelto, temperatura de agua), químico (nitratos, nitritos, demanda química del oxígeno) y microbiológicos (coliformes totales, hongos), tienen un mayor efecto sobre las familias de macroinvertebrados. Al identificar los parámetros que presentan un mayor efecto se puede determinar con que familia se asocia. Por tanto, la presencia de la familia *Physidae* se relaciona con el parámetro coliformes totales debido a que al ser una familia tolerante a la contaminación resiste a aguas contaminadas. La presencia de la familia *Tubificidae* se relaciona con el parámetro fosfatos debido a que se genera procesos de eutrofización, hábitat ideal para esta familia tolerante a la contaminación. La familia *Planorbidae* se relaciona con los nitratos debido a que un aumento en los mismos acelera la eutrofización y causa un crecimiento exponencial de las plantas acuáticas, haciendo que la familia sea tolerante a dicha contaminación. La familia *Ashnidae* se relaciona con los mohos debido a que viven en aguas en condiciones de contaminación (ver Ilustración 4-18).

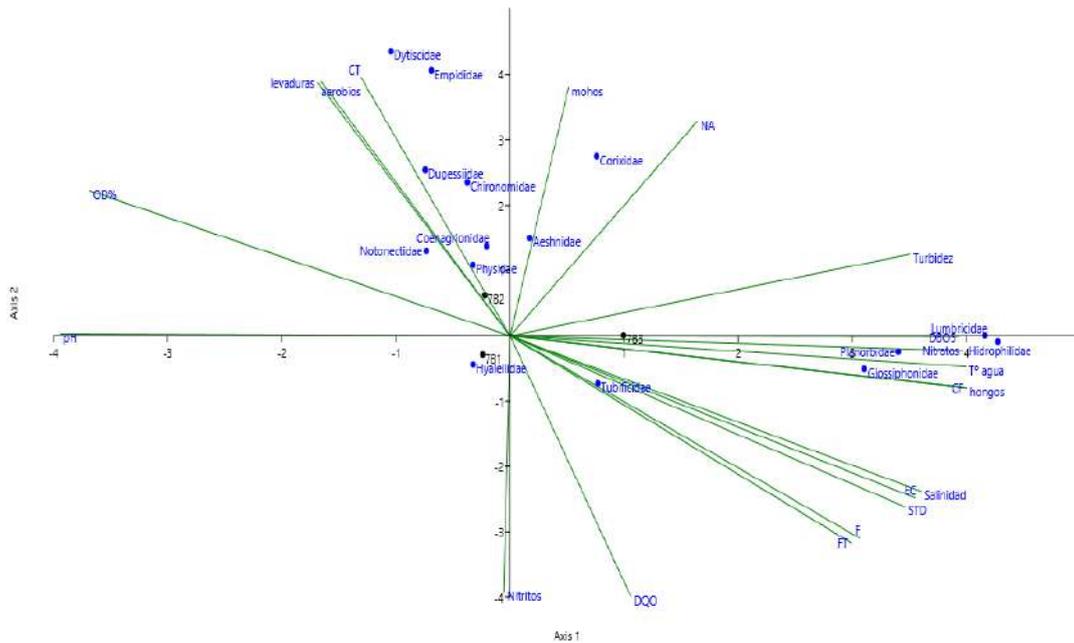


Ilustración 4-18: ACC para el monitoreo 3

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

4.2 Analizar la biodiversidad de las comunidades de macroinvertebrados de tres sitios de visita del atractivo turístico laguna de Colta

4.2.1 Índices Alpha

4.2.1.1 Índice de diversidad: Shannon Weaver

- Análisis por fecha
- Por sitio

-Análisis de la línea base para la fecha: 14/10/2022

Con respecto al cálculo de Shannon se determinó que dentro del sitio de visita 7B1 ($H' = 1,211$) y 7B3 ($H' = 1,128$) existe una baja diversidad de macroinvertebrados, debido a que se encuentran dentro del rango de 0,1-1,5 establecido para este cálculo. Mientras que para el sitio de visita 7B2 ($H' = 1,748$) existe una mediana diversidad, pues se encontró sobre los rangos de 1,6-3,0 (ver Tabla 4-18).

Tabla 4-18: Cálculo del índice Shannon por fecha de monitoreo

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita								
			7B1	Pi	Pi*LnPi	7B2	Pi	Pi*LnPi	7B3	Pi	Pi*LnPi
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>				191	0,234	-0,340	92	0,029	-0,103
		<i>Aeshnidae</i>	1	0,000	-0,003	5	0,006	-0,031	21	0,007	-0,033
		<i>Empididae</i>							4	0,001	-0,008
	Diptera	<i>Limoniidae</i>							1	0,000	-0,003
		<i>Culicidae</i>							10	0,003	-0,018
		<i>Chironomidae</i>	73	0,030	-0,105	204	0,250	-0,347	29	0,009	-0,043
		<i>Hidrophilidae</i>							8	0,003	-0,015
	Coleoptera	<i>Corixidae</i>	44	0,018	-0,072	57	0,070	-0,186	57	0,018	-0,072
		<i>Notonectidae</i>	1	0,000	-0,003	1	0,001	-0,008	4	0,001	-0,008
	Heteroptera	<i>Hyalellidae</i>	1392	0,569	-0,321	174	0,213	-0,330	2104	0,664	-0,272
<i>Tricladida</i>		16	0,007	-0,033				4	0,001	-0,008	
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Glossiphonidae</i>	3	0,001	-0,008						
Turbellaria	<i>Hydroida</i>	<i>Lumbricidae</i>	27	0,011	-0,050					0,000	
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Tubificidae</i>				105	0,129	-0,264	550	0,174	-0,304
Hydrozoa	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Physidae</i>	607	0,248	-0,346	75	0,092	-0,220	20	0,006	-0,032
Oligochaeta	<i>Haplotaxida</i>	<i>Planorbidae</i>	272	0,111	-0,244	1	0,001	-0,008	265	0,084	-0,208
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	Total	2448	1	1,211	815	1	1,748	3169	1	1,128

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido, se comparó los valores con los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua, los cuales son definidos por Wilhm/Dorris y por Staub. De este modo se determinó que dentro de los tres sitios de visita el agua presenta una contaminación moderada (ver Tabla 4-19).

Tabla 4-19: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
7B1	11	2448	1,211	Baja	Contaminación moderada	Contaminación moderada
7B2	10	815	1,748	Mediana	Contaminación moderada	Contaminación moderada
7B3	14	3169	1,128	Baja	Contaminación moderada	Contaminación moderada

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 1 para la fecha: 20/01/2023

Con respecto al cálculo de Shannon se determinó que dentro del sitio de visita 7B1 ($H^1=1,154$) existe una baja diversidad de macroinvertebrados, debido a que se encuentran dentro del rango de 0,1-1,5 establecido para este cálculo. Mientras que para el sitio de visita 7B2 ($H^2=1,748$) y 7B3 ($H^3=2112$) existe una mediana diversidad, pues se encontró sobre los rangos de 1,6-3,0 (ver Tabla 4-20).

Tabla 4-20: Cálculo del índice Shannon por fecha de monitoreo

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita								
			7B1	Pi	Pi*LnPi	7B2	Pi	Pi*LnPi	7B3	Pi	Pi*LnPi
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	61	0,012	-0,052	15	0,016	-0,065	102	0,151	-0,286
		<i>Aeshmidae</i>	1	0,000	-0,002	2	0,002	-0,013	18	0,027	-0,097
	Diptera	<i>Culicidae</i>							2	0,003	-0,017
		<i>Chironomidae</i>	610	0,118	-0,252	126	0,132	-0,267	45	0,067	-0,181
	Coleoptera	<i>Hidrophilidae</i>							1	0,001	-0,010
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	179	0,035	-0,116	38	0,040	-0,128	83	0,123	-0,258
		<i>Notonectidae</i>				20	0,021	-0,081	108	0,160	-0,293
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	3573	0,691	-0,256	382	0,399	-0,367	165	0,244	-0,344
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugesiidae</i>	25	0,005	-0,026	16	0,017	-0,068		0,000	0,000
Hirudinea	Rhynchobdellida	<i>Glossiphonidae</i>	5	0,001	-0,007				2	0,003	-0,017
Hydrozoa	Hidroida	<i>Hydridae</i>				2	0,002	-0,013		0,000	0,000
		<i>Lumbricidae</i>	114	0,022	-0,084	38	0,040	-0,128	57	0,084	-0,209
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	114	0,022	-0,084	38	0,040	-0,128	57	0,084	-0,209
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	161	0,031	-0,108	95	0,099	-0,229	50	0,074	-0,193
Gastropoda	Basommatophora	<i>Physidae</i>	365	0,071	-0,187	215	0,225	-0,335	10	0,015	-0,062
		<i>Planorbidae</i>	80	0,015	-0,064	8	0,008	-0,040	32	0,047	-0,145
Total			5174	1	1,154	957	1	1,734	675	1	2,112

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido, se comparó los valores con los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua según Wilhm/Dorris y por Staub. De este modo se determinó que dentro de los tres sitios de visita el agua presenta una contaminación moderada según Wilhm y Dorris (ver Tabla 4-21). Mientras que para Staub se determinó que el sitio de visita 7B1 y 7B2 presenta una contaminación moderada y para el sitio de visita 7B3 una contaminación ligera (ver Tabla 4-21).

Tabla 4-21: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
7B1	11	5174	1,154	Baja	Contaminación moderada	Contaminación moderada
7B2	12	957	1,734	Mediana	Contaminación moderada	Contaminación moderada
7B3	13	675	2,112	Mediana	Contaminación moderada	Contaminación ligera

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 2 para la fecha: 14/04/2023

Con respecto al cálculo de Shannon se determinó que dentro del sitio de visita 7B1 ($H'=1,576$) y 7B2 ($H'=1,374$) existe una baja diversidad de macroinvertebrados, debido a que se encuentran dentro del rango de 0,1-1,5 establecido para este cálculo. Mientras que para el sitio de visita 7B3

($H'=1,726$) existe una mediana diversidad, pues se encontró sobre los rangos de 1,6-3,0 (ver Tabla 4-22).

Tabla 4-22: Cálculo del índice Shannon por fecha de monitoreo

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita								
			7B1	Pi	Pi*LnPi	7B2	Pi	Pi*LnPi	7B3	Pi	Pi*LnPi
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	18	0,014	-0,059	20	0,008	-0,038	28	0,011	-0,049
		<i>Aeshnidae</i>	6	0,005	-0,025	6	0,002	-0,014	20	0,008	-0,037
	Diptera	<i>Empididae</i>	4	0,003	-0,018	3	0,001	-0,008			
		<i>Syrphidae</i>							4	0,002	-0,010
		<i>Chironomidae</i>	72	0,055	-0,160	282	0,111	-0,244	198	0,076	-0,196
	Coleoptera	<i>Hidrophilidae</i>							4	0,002	-0,010
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	182	0,140	-0,275	500	0,197	-0,320	134	0,051	-0,153
		<i>Notonectidae</i>							4	0,002	-0,010
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyalellidae</i>	662	0,508	-0,344	1344	0,531	-0,336	905	0,347	-0,367
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugessiidae</i>	26	0,020	-0,078	40	0,016	-0,066	5	0,002	-0,012
Hirudinea	Rhynchobdellida	<i>Glossiphonidae</i>	3	0,002	-0,014	2	0,001	-0,006	10	0,004	-0,021
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	16	0,012	-0,054				238	0,091	-0,219
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	35	0,027	-0,097	55	0,022	-0,083	788	0,302	-0,362
Gastropoda	Basommatophora	<i>Physidae</i>	209	0,160	-0,293	272	0,107	-0,240	46	0,018	-0,071
		<i>Planorbidae</i>	71	0,054	-0,158	8	0,003	-0,018	221	0,085	-0,209
Total			1304	1	1,576	2532	1	1,374	2605	1	1,726

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido, se comparó los valores con los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua, los cuales son definidos por Wilhm/Dorris y por Staub. De este modo se determinó que dentro de los tres sitios de visita el agua presenta una contaminación moderada (ver Tabla 4-23).

Tabla 4-23: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
7B1	12	1304	1,576	Baja	Contaminación moderada	Contaminación moderada
7B2	11	2532	1,374	Baja	Contaminación moderada	Contaminación moderada
7B3	14	2605	1,726	Mediana	Contaminación moderada	Contaminación moderada

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 3 para la fecha: 23/06/2023

Con respecto al cálculo de Shannon se determinó que dentro del sitio de visita 7B1 ($H'=0,647$) y 7B2 ($H'=1,464$) existe una baja diversidad de macroinvertebrados, debido a que se encuentran dentro del rango de 0,1-1,5 establecido para este cálculo. Mientras que para el sitio de visita 7B3 ($H'=1,629$) existe una mediana diversidad, pues se encontró sobre los rangos de 1,6-3,0 (ver Tabla 4-24).

Tabla 4-24: Cálculo del índice Shannon por fecha de monitoreo

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita								
			7B1	Pi	Pi*LnPi	7B2	Pi	Pi*LnPi	7B3	Pi	Pi*LnPi
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	71	0,013	-0,058	94	0,039	-0,127	30	0,017	-0,068
		<i>Aeshmidae</i>	30	0,006	-0,029	49	0,020	-0,079	23	0,013	-0,055
	Diptera	<i>Empididae</i>				42	0,017	-0,071	3	0,002	-0,011
		<i>Chironomidae</i>	163	0,031	-0,107	455	0,189	-0,315	87	0,048	-0,146
	Coleoptera	<i>Dytiscidae</i>				3	0,001	-0,008			
		<i>Hidrophilidae</i>							5	0,003	-0,016
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	4	0,001	-0,005	160	0,066	-0,180	84	0,046	-0,142
<i>Notonectidae</i>		25	0,005	-0,025	28	0,012	-0,052	3	0,002	-0,011	
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyalellidae</i>	4524	0,855	-0,134	1370	0,568	-0,321	870	0,479	-0,352
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugessiidae</i>	14	0,003	-0,016	39	0,016	-0,067	3	0,002	-0,011
Hirudinea	Rhynchobdellida	<i>Glossiphonidae</i>	2	0,000	-0,003				7	0,004	-0,021
Oligochaeta	Crassiclitellata	<i>Lumbricidae</i>				8	0,003	-0,019	368	0,203	-0,324
	Haplotaxida	<i>Tubificidae</i>	341	0,064	-0,177	57	0,024	-0,089	201	0,111	-0,244
Gastropoda	Basommatophora	<i>Physidae</i>	98	0,019	-0,074	102	0,042	-0,134	30	0,017	-0,068
		<i>Planorbidae</i>	17	0,003	-0,018	3	0,001	-0,004	101	0,056	-0,161
Total			5289	1	0,647	2410	1	1,464	1815	1	1,629

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido, se comparó los valores con los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua, definidos por Wilhm/Dorris y por Staub. De este modo se determinó que dentro del sitio de visita 7B1 existe una contaminación severa según Wilhm y Dorris al igual que Staub. Por otro lado, se determinó que la calidad del agua presentada por el sitio de visita 7B2 y 7B3 presenta una contaminación moderada según Wilhm, Dorris y Staud (ver Tabla 4-25).

Tabla 4-25: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
7B1	11	5289	0,647	Baja	Contaminación severa	Contaminación severa
7B2	13	2410	1,464	Baja	Contaminación moderada	Contaminación moderada
7B3	14	1815	1,629	Mediana	Contaminación moderada	Contaminación moderada

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

- Análisis por conjunto de sitios

- Línea base

Dentro del cálculo de Shannon Weaver por el conjunto de sitios para línea base se obtuvo un valor de $H' = 1,487$, determinando así que existe una baja diversidad al estar dentro de los rangos de 0,1-1,5 (ver Tabla 4-26).

Tabla 4-26: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el conjunto de sitios para línea base

Clase	Orden	Familia	# de individuos	Pi	Ln*Pi	Pi*Ln(Pi)
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	283	0,044	-3,124	-0,137
		<i>Aeshnidae</i>	27	0,004	-5,473	-0,023
	Diptera	<i>Empididae</i>	4	0,001	-7,383	-0,005
		<i>Limoniidae</i>	1	0,000	-8,769	-0,001
		<i>Culicidae</i>	10	0,002	-6,466	-0,010
		<i>Chironomidae</i>	306	0,048	-3,045	-0,145
	Coleoptera	<i>Hidrophilidae</i>	8	0,001	-6,690	-0,008
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	158	0,025	-3,706	-0,091
		<i>Notonectidae</i>	6	0,001	-6,977	-0,007
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	3670	0,571	-0,561	-0,320
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	20	0,003	-5,773	-0,018
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	3	0,000	-7,670	-0,004
Hydrozoa	<i>Hidroida</i>	<i>Hydriidae</i>	14	0,002	-6,130	-0,013
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	27	0,004	-5,473	-0,023
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	655	0,102	-2,284	-0,233
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	702	0,109	-2,215	-0,242
		<i>Planorbidae</i>	538	0,084	-2,481	-0,208
Total			6432	1		1,487

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido con anterioridad $H'=1,487$ este se comparó con los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua, según Wilhm/Dorris y Staub. De este modo se concluyó que existe una contaminación moderada por el conjunto de sitios para línea base (ver Tabla 4-27).

Tabla 4-27: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
7B	17	6432	1,487	Baja	Contaminación moderada	Contaminación moderada

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Monitoreo 1

Dentro del cálculo de Shannon Weaver por el conjunto de sitios para el monitoreo 2 se obtuvo un valor de $H'=1,451$, determinando así que existe una baja diversidad al estar dentro de los rangos de 0,1-1,5 (ver Tabla 4-28).

Tabla 4-28: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el conjunto de sitios del monitoreo 1

Clase	Orden	Familia	# de individuos	Pi	Ln*Pi	Pi*Ln(Pi)
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	178	0,026	-3,644	-0,095
		<i>Aeshnidae</i>	21	0,003	-5,781	-0,018
	Diptera	<i>Culicidae</i>	2	0,000	-8,132	-0,002
		<i>Chironomidae</i>	781	0,115	-2,165	-0,248
	Coleoptera	<i>Hidrophilidae</i>	1	0,000	-8,826	-0,001
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	300	0,044	-3,122	-0,138
<i>Notonectidae</i>		128	0,019	-3,974	-0,075	
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyalellidae</i>	4120	0,605	-0,502	-0,304
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	41	0,006	-5,112	-0,031
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	7	0,001	-6,880	-0,007
Hydrozoa	<i>Hidroida</i>	<i>Hydridae</i>	2	0,000	-8,132	-0,002
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	209	0,031	-3,483	-0,107
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	306	0,045	-3,102	-0,139
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	590	0,087	-2,445	-0,212
		<i>Planorbidae</i>	120	0,018	-4,038	-0,071
Total			6806	1		1,451

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido con anterioridad $H'=1,451$ este se comparó con los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua, según Wilhm/Dorris y Staub. De este modo se concluyó que existe una contaminación moderada por el conjunto de sitios para el monitoreo 1 (ver Tabla 4-29).

Tabla 4-29: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
7B	15	6806	1,451	Baja	Contaminación moderada	Contaminación moderada

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 2

Dentro del cálculo de Shannon Weaver por el conjunto de sitios para el monitoreo 2 se obtuvo un valor de $H'=1,736$, determinando así que existe una mediana diversidad al estar dentro de los rangos de 1,6-3,0 (ver Tabla 4-30).

Tabla 4-30: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el conjunto de sitios del monitoreo 2

Clase	Orden	Familia	# de individuos	Pi	Ln*Pi	Pi*Ln(Pi)
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	66	0,010	-4,581	-0,047
		<i>Aeshnidae</i>	32	0,005	-5,305	-0,026
	Diptera	<i>Empididae</i>	7	0,001	-6,825	-0,007
		<i>Syrphidae</i>	4	0,001	-7,384	-0,005
		<i>Chironomidae</i>	552	0,086	-2,457	-0,211
	Coleoptera	<i>Hidrophilidae</i>	4	0,001	-7,384	-0,005
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	816	0,127	-2,066	-0,262
		<i>Notonectidae</i>	4	0,001	-7,384	-0,005
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	2911	0,452	-0,794	-0,359
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	71	0,011	-4,508	-0,050
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	15	0,002	-6,062	-0,014
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	254	0,039	-3,233	-0,127
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	878	0,136	-1,993	-0,272
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	527	0,082	-2,503	-0,205
		<i>Planorbidae</i>	300	0,047	-3,067	-0,143
Total			6441	1		1,736

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido con anterioridad $H'=1,736$ este se comparó con los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua, según Wilhm/Dorris y Staub. De este modo se concluyó que existe una contaminación moderada por el conjunto de sitios para el monitoreo 2 (ver Tabla 4-31).

Tabla 4-31: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
7B	15	6441	1,736	Mediana	Contaminación moderada	Contaminación moderada

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 3

Dentro del cálculo de Shannon Weaver por el conjunto de sitios para el monitoreo 3 se obtuvo un valor de $H'=1,205$, determinando así que existe una baja diversidad al estar dentro de los rangos de 0,1-1,5 (ver Tabla 4-32).

Tabla 4-32: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el conjunto de sitios del monitoreo 3

Clase	Orden	Familia	# de individuos	Pi	Ln*Pi	Pi*Ln(Pi)
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	195	0,0205	-3,888	-0,080
		<i>Aeshnidae</i>	102	0,0107	-4,536	-0,049
	Diptera	<i>Empididae</i>	45	0,0047	-5,354	-0,025
		<i>Chironomidae</i>	705	0,0741	-2,602	-0,193
	Coleoptera	<i>Dytiscidae</i>	3	0,0003	-8,062	-0,003
		<i>Hidrophilidae</i>	5	0,0005	-7,551	-0,004
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	248	0,0261	-3,647	-0,095
		<i>Notonectidae</i>	56	0,0059	-5,135	-0,030

Clase	Orden	Familia	# de individuos	Pi	Ln*Pi	Pi*Ln(Pi)
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	6764	0,7110	-0,341	-0,243
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	56	0,0059	-5,135	-0,030
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	9	0,0009	-6,963	-0,007
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	376	0,0395	-3,231	-0,128
		<i>Tubificidae</i>	599	0,0630	-2,765	-0,174
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	230	0,0242	-3,722	-0,090
		<i>Planorbidae</i>	121	0,0127	-4,365	-0,056
Total			9514	1		1,205

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido con anterioridad $H'=1,205$ este se comparó con los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua, según Wilhm/Dorris y Staub. De este modo se concluyó que existe una contaminación moderada por el conjunto de sitios para el monitoreo 3 (ver Tabla 4-33).

Tabla 4-33: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Sitio	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
7B	15	9514	1,205	Baja	Contaminación moderada	Contaminación moderada

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Análisis del periodo
- Por sitio de visita

-Punto 7B1 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Dentro del cálculo de Shannon Weaver por el análisis del periodo del sitio de visita 7B1 se obtuvo un valor de $H'=1,137$, determinando así que existe una baja diversidad al estar dentro de los rangos de 0,1-1,5 (ver Tabla 4-34).

Tabla 4-34: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el sitio de visita 7B1

Clase	Orden	Familia	Sitio de visita			
			7B1	Pi	Ln*Pi	Pi*LnPi
Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	150	0,011	-4,551	-0,048
		<i>Aeshnidae</i>	38	0,003	-5,924	-0,016
	<i>Diptera</i>	<i>Empididae</i>	4	0,000	-8,176	-0,002
		<i>Chironomidae</i>	918	0,065	-2,740	-0,177
	<i>Heteroptera</i>	<i>Corixidae</i>	409	0,029	-3,548	-0,102
		<i>Notonectidae</i>	26	0,002	-6,304	-0,012
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	10151	0,714	-0,337	-0,240
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	81	0,006	-5,168	-0,029
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	13	0,001	-6,997	-0,006
Hydrozoa	<i>Hidroida</i>	<i>Hydridae</i>	12	0,001	-7,077	-0,006

Clase	Orden	Familia	Sitio de visita			
			7B1	Pi	Ln*Pi	Pi*LnPi
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	157	0,011	-4,506	-0,050
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	537	0,038	-3,276	-0,124
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	1279	0,090	-2,408	-0,217
		<i>Planorbidae</i>	440	0,031	-3,475	-0,108
Total			14215	1		1,137

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido con anterioridad $H'=1,137$ este se comparó con los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua, según Wilhm/Dorris y Staub. De este modo se concluyó que existe una contaminación moderada en el análisis del periodo por el sitio de visita 7B1 (ver Tabla 4-35).

Tabla 4-35: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Análisis del periodo: por sitios	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
7B1	14	14215	1,137	Baja	Contaminación moderada	Contaminación moderada

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Punto 7B2 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Dentro del cálculo de Shannon Weaver por el análisis del periodo del sitio de visita 7B2 se obtuvo un valor de $H'=1,636$, determinando así que existe una mediana diversidad al estar dentro de los rangos de 1,6-3,0 (ver Tabla 4-36).

Tabla 4-36: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el sitio de visita 7B2

Clase	Orden	Familia	Sitio de visita			
			7B2	Pi	LnPi	Pi*LnPi
Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Dytiscidae</i>	3	0,000	-7,713	-0,003
		<i>Coenagrionidae</i>	320	0,048	-3,044	-0,145
	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	62	0,009	-4,685	-0,043
		<i>Empididae</i>	45	0,007	-5,005	-0,034
		<i>Chironomidae</i>	1067	0,159	-1,839	-0,292
	<i>Diptera</i>	<i>Corixidae</i>	755	0,112	-2,185	-0,246
		<i>Notonectidae</i>	49	0,007	-4,920	-0,036
<i>Heteroptera</i>	<i>Malacostraca</i>	<i>Amphipoda</i>	3270	0,487	-0,719	-0,350
	<i>Turbellaria</i>	<i>Tricladida</i>	95	0,014	-4,258	-0,060
<i>Hirudinea</i>	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	2	0,000	-8,119	-0,002
<i>Hydrozoa</i>	<i>Hidroida</i>	<i>Hydridae</i>	4	0,001	-7,426	-0,004
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	46	0,007	-4,983	-0,034
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	312	0,046	-3,069	-0,143
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	664	0,099	-2,314	-0,229
		<i>Planorbidae</i>	20	0,003	-5,816	-0,017
Total			6714	1		1,636

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido con anterioridad $H'=1,636$ este se comparó con los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua, según Wilhm/Dorris y Staub. De este modo se concluyó que existe una contaminación moderada en el análisis del periodo por el sitio de visita 7B2 (ver Tabla 4-37).

Tabla 4-37: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Análisis del periodo: por sitios	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
7B1	15	6714	1,636	Mediana	Contaminación moderada	Contaminación moderada

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Punto 7B3 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Dentro del cálculo de Shannon Weaver por el análisis del periodo del sitio de visita 7B2 se obtuvo un valor de $H'=1,662$, determinando así que existe una mediana diversidad al estar dentro de los rangos de 1,6-3,0 (ver Tabla 4-38).

Tabla 4-38: Cálculo del índice de Shannon Weaver por el sitio de visita 7B3

Clase	Orden	Familia	Sitio de visita			
			7B3	Pi	LnPi	Pi*LnPi
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	252	0,030	-3,490	-0,106
		<i>Aeshnidae</i>	82	0,010	-4,613	-0,046
	Coleoptera	<i>Hidrophilidae</i>	18	0,002	-6,129	-0,013
	Diptera	<i>Culicidae</i>	12	0,001	-6,535	-0,009
		<i>Syrphidae</i>	4	0,000	-7,633	-0,004
		<i>Limoniidae</i>	1	0,000	-9,020	-0,001
		<i>Empididae</i>	7	0,001	-7,074	-0,006
		<i>Chironomidae</i>	359	0,043	-3,136	-0,136
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	358	0,043	-3,139	-0,136
		<i>Notonectidae</i>	119	0,014	-4,241	-0,061
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyalellidae</i>	4044	0,489	-0,715	-0,350
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	12	0,001	-6,535	-0,009
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	19	0,002	-6,075	-0,014
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	663	0,080	-2,523	-0,202
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	1589	0,192	-1,649	-0,317
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	106	0,013	-4,356	-0,056
		<i>Planorbidae</i>	619	0,075	-2,592	-0,194
Total			8264	1		1,662

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido con anterioridad $H'=1,662$ este se comparó con los parámetros establecidos para determinar la calidad de agua, según Wilhm/Dorris y Staub. De este modo se

concluyó que existe una contaminación moderada en el análisis del periodo por el sitio de visita 7B2 (ver Tabla 4-39).

Tabla 4-39: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Análisis del periodo: por sitios	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
7B1	17	8264	1,662	Mediana	Contaminación moderada	Contaminación moderada

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Por conjunto de sitios

-Del 14/10/2022 al 23/06/2023 (global por laguna)

Finalmente, se realizó el análisis del periodo desde el 14/10/2022 al 23/06/2023, obteniendo un resultado de ($H' = 1,507$) determinando así que la laguna presenta una baja diversidad. Ya que su resultado se encuentra dentro de los rangos de 0,1-1,5 según Shannon Weaver (ver Tabla 4-40).

Tabla 4-40: Cálculo de Shannon Weaver para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3)

Clase	Orden	Familia	Total de individuos por el análisis del periodo	Pi	Pi*Ln (Pi)
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	722	0,025	-0,091
		<i>Aeshnidae</i>	182	0,006	-0,032
	Diptera	<i>Empididae</i>	56	0,002	-0,012
		<i>Syrphidae</i>	4	0,000	-0,001
		<i>Limoniidae</i>	1	0,000	0,000
		<i>Culicidae</i>	12	0,000	-0,003
		<i>Chironomidae</i>	2344	0,080	-0,203
	Coleoptera	<i>Dytiscidae</i>	3	0,000	-0,001
		<i>Hidrophilidae</i>	18	0,001	-0,005
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	1522	0,052	-0,154
<i>Notonectidae</i>		194	0,007	-0,033	
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	17465	0,598	-0,307
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessidae</i>	188	0,006	-0,032
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	34	0,001	-0,008
Hydrozoa	<i>Hidroida</i>	<i>Hydridae</i>	16	0,001	-0,004
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	866	0,030	-0,104
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	2438	0,084	-0,207
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	2049	0,070	-0,186
		<i>Planorbidae</i>	1079	0,037	-0,122
Total			29193	1	1,507

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

En base al resultado obtenido con anterioridad se lo comparó con los rangos establecidos según Wilhm, Dorris y Staub. Determinando así que, el agua de la laguna presenta una contaminación moderada (ver Tabla 4-41).

Tabla 4-41: Calidad del agua para el índice de Shannon Weaver

Área de estudio	Riqueza	Abundancia	Shannon Weaver	Diversidad	Calidad de agua según Wilhm y Dorris	Calidad del agua según Staub
Laguna de Colta	19	29193	1,507	Baja	Contaminación moderada	Contaminación moderada

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

4.2.1.2 Índice de diversidad: Simpson

- Análisis por fecha
- Por sitio

-Análisis de la línea base para la fecha: 14/10/2022

Dentro del cálculo para línea base, levantada el 14 de octubre del 2022 se obtuvo dentro de los resultados para Simpson, que en el sitio de visita 7B1 ($D=0,399$) y 7B3 ($D=0,479$) presentan una diversidad media debido a que los valores se encuentran sobre los rangos de entre 0,34-0,66. Para el sitio de visita 7B2 ($D=0,193$) se presentó una diversidad baja ya que el resultado se encuentra dentro del rango de 0-0,33 (ver Tabla 4-42). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie dentro del sitio de visita 7B1 es del 60%. Dentro del sitio de visita 7B2 si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 81%. Dentro del sitio de visita 7B3 si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 52%.

Tabla 4-42: Cálculo del índice Simpson por fecha de monitoreo

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita								
			7B1	Pi	Pi ²	7B2	Pi	Pi ²	7B3	Pi	Pi ²
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>			0,000	191	0,234	0,055	92	0,029	0,001
		<i>Aeshmidae</i>	1	0,000	0,000	5	0,006	0,000	21	0,007	0,000
	Diptera	<i>Empididae</i>							4	0,001	0,000
		<i>Limoniidae</i>							1	0,000	0,000
		<i>Culicidae</i>							10	0,003	0,000
		<i>Chironomidae</i>	73	0,030	0,001	204	0,250	0,063	29	0,009	0,000
	Coleoptera	<i>Hidrophilidae</i>					0,000	0,000	8	0,003	0,000
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	44	0,018	0,000	57	0,070	0,005	57	0,018	0,000
<i>Notonectidae</i>		1	0,000	0,000	1	0,001	0,000	4	0,001	0,000	
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	1392	0,569	0,323	174	0,213	0,046	2104	0,664	0,441
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugessiidae</i>	16	0,007	0,000				4	0,001	0,000
Hirudinea	Rhynchobdellida	<i>Glossiphonidae</i>	3	0,001	0,000						
Hydrozoa	Hidroida	<i>Hydriidae</i>	12	0,005	0,000	2	0,002	0,000			
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	27	0,011	0,000						
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>				105	0,129	0,017	550	0,174	0,030
Gastropoda	Basommatophora	<i>Physidae</i>	607	0,248	0,061	75	0,092	0,008	20	0,006	0,000
		<i>Planorbidae</i>	272	0,111	0,012	1	0,001	0,000	265	0,084	0,007
Total			2448	1,000	0,399	815	1	0,193	3169	1	0,479
Probabilidad (1-D)					60%			81%			52%

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 1 para la fecha: 20/01/2023

El monitoreo 1 fue levantado el 20 de enero del 2023 y se obtuvo dentro de los resultados para Simpson, que en el sitio de visita 7B1(D=0,399) presenta una diversidad media debido a que los valores se encuentran sobre los rangos de entre 0,34-0,66. Para los sitios de visita 7B2 (D=0,241) y 7B3 (D=0,144) se presentó una diversidad baja ya que el resultado se encuentra dentro del rango de 0-0,33 (ver Tabla 4-43). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie dentro del sitio de visita 7B1 es del 50%. Dentro del sitio de visita 7B2 si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 76%. Dentro del sitio de visita 7B3 si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 86%.

Tabla 4-43: Cálculo del índice Simpson por fecha de monitoreo

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita								
			7B1	Pi	Pi ²	7B2	Pi	Pi ²	7B3	Pi	Pi ²
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	61	0,012	0,000	15	0,016	0,000	102	0,151	0,023
		<i>Aeshmidae</i>	1	0,000	0,000	2	0,002	0,000	18	0,027	0,001
	Diptera	<i>Culicidae</i>						0,000	2	0,003	0,000
		<i>Chironomidae</i>	610	0,118	0,014	126	0,132	0,017	45	0,067	0,004
	Coleoptera	<i>Hidrophilidae</i>						0,000	1	0,001	0,000
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	179	0,035	0,001	38	0,040	0,002	83	0,123	0,015
<i>Notonectidae</i>					20	0,021	0,000	108	0,160	0,026	
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	3573	0,691	0,477	382	0,399	0,159	165	0,244	0,060
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugessiidae</i>	25	0,005	0,000	16	0,017	0,000			
Hirudinea	Rhynchobdellida	<i>Glossiphonidae</i>	5	0,001	0,000				2	0,003	0,000
Hydrozoa	Hidroida	<i>Hydriidae</i>				2	0,002	0,000			
		<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	114	0,022	0,000	38	0,040	0,002	57	0,084
Oligochaeta	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	161	0,031	0,001	95	0,099	0,010	50	0,074	0,005
		<i>Physidae</i>	365	0,071	0,005	215	0,225	0,050	10	0,015	0,000
Gastropoda	Basommatophora	<i>Planorbidae</i>	80	0,015	0,000	8	0,008	0,000	32	0,047	0,002
		Total	5174	1	0,499	957	1	0,241	675	1	0,144
Probabilidad (1-D)					50%			76%			86%

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 2 para la fecha: 14/04/2023

El monitoreo 2 fue levantado el 14 de abril del 2023 y se obtuvo dentro de los resultados para Simpson, que en el sitio de visita 7B1 ($D=0,310$) y 7B3 ($D=0,237$) se presentó una diversidad baja ya que el resultado se encuentra dentro del rango de 0-0,33. Por otro lado dentro del sitio de visita 7B2 ($D=0,345$) se presentó una diversidad media debido a que los valores se encuentran sobre los rangos de entre 0,34-0,66 (ver Tabla 4-44). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie dentro del sitio de visita 7B1 es del 69%. Dentro del sitio de visita 7B2 si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 65%. Dentro del sitio de visita 7B3 si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 76%.

Tabla 4-44: Cálculo del índice Simpson por fecha de monitoreo

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita								
			7B1	Pi	Pi ²	7B2	Pi	Pi ²	7B3	Pi	Pi ²
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	18	0,014	0,000	20	0,008	0,000	28	0,011	0,000
		<i>Aeshnidae</i>	6	0,005	0,000	6	0,002	0,000	20	0,008	0,000
	Diptera	<i>Empididae</i>	4	0,003	0,000	3	0,001	0,000			
		<i>Syrphidae</i>		0,000	0,000				4	0,002	0,000
		<i>Chironomidae</i>	72	0,055	0,003	282	0,111	0,012	198	0,076	0,006
	Coleoptera	<i>Hidrophilidae</i>							4	0,002	0,000
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	182	0,140	0,019	500	0,197	0,039	134	0,051	0,003
		<i>Notonectidae</i>							4	0,002	0,000
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	662	0,508	0,258	1344	0,531	0,282	905	0,347	0,121
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugesiidae</i>	26	0,020	0,000	40	0,016	0,000	5	0,002	0,000
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	3	0,002	0,000	2	0,001	0,000	10	0,004	0,000
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	16	0,012	0,000				238	0,091	0,008
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	35	0,027	0,001	55	0,022	0,000	788	0,302	0,092
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	209	0,160	0,026	272	0,107	0,012	46	0,018	0,000
		<i>Planorbidae</i>	71	0,054	0,003	8	0,003	0,000	221	0,085	0,007
Total			1304	1	0,310	2532	1	0,345	2605	1	0,237
Probabilidad (1-D)					69%			65%			76%

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 3 para la fecha: 23/06/2023

El monitoreo 3 fue levantado el 23 de junio del 2023 y se obtuvo dentro de los resultados para Simpson, que en el sitio de visita 7B1 ($D=0,737$) existe una diversidad alta ya que se encontraba dentro del rango $> 0,67$, para el sitio de visita 7B2 ($D=0,368$) se evidencio que existe una diversidad media pues se encontraba sobre el rango de 0,34-0,66 además para el sitio de visita 7B3 ($D=0,291$) se evidencio una diversidad baja, pues el valor obtenido se encontró dentro del rango de 0-0,33 (ver Tabla 4-45). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie dentro del sitio de visita 7B1 es del 26%. Dentro del sitio de visita 7B2 si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma

especie es del 63%. Dentro del sitio de visita 7B3 si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 71%.

Tabla 4-45: Cálculo del índice Simpson por fecha de monitoreo

Clase	Orden	Familia	Sitios de visita								
			7B1	Pi	Pi ²	7B2	Pi	Pi ²	7B3	Pi	Pi ²
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	71	0,013	0,000	94	0,039	0,002	30	0,017	0,000
		<i>Aeshnidae</i>	30	0,006	0,000	49	0,020	0,000	23	0,013	0,000
	Diptera	<i>Empididae</i>			0,000	42	0,017	0,000	3	0,002	0,000
		<i>Chironomidae</i>	163	0,031	0,001	455	0,189	0,036	87	0,048	0,002
	Coleoptera	<i>Dytiscidae</i>			0,000	3	0,001	0,000			
		<i>Hidrophilidae</i>			0,000				5	0,003	0,000
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	4	0,001	0,000	160	0,066	0,004	84	0,046	0,002
		<i>Notonectidae</i>	25	0,005	0,000	28	0,012	0,000	3	0,002	0,000
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	4524	0,855	0,732	1370	0,568	0,323	870	0,479	0,230
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	14	0,003	0,000	39	0,016	0,000	3	0,002	0,000
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	2	0,000	0,000				7	0,004	0,000
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>			0,000	8	0,003	0,000	368	0,203	0,041
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	341	0,064	0,004	57	0,024	0,001	201	0,111	0,012
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	98	0,019	0,000	102	0,042	0,002	30	0,017	0,000
		<i>Planorbidae</i>	17	0,003	0,000	3	0,001	0,000	101	0,056	0,003
Total			5289	1	0,737	2410	1	0,368	1815	1	0,291
Probabilidad (1-D)					26%			63%			71%

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Por conjunto de sitios

-Línea base

Dentro del análisis por el conjunto de sitios para línea base, se estableció según el índice de Simpson que existe una diversidad media ($D=0,360$), debido a que el valor se encuentra sobre los rangos establecidos de entre 0,34-0,66 (ver Tabla 4-46). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 64%.

Tabla 4-46: Cálculo del índice de Simpson por el conjunto de sitios para línea base

Clase	Orden	Familia	# de individuos	Pi	Pi ²
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	283	0,044	0,002
		<i>Aeshnidae</i>	27	0,004	0,000
	Diptera	<i>Empididae</i>	4	0,001	0,000
		<i>Limoniidae</i>	1	0,000	0,000
		<i>Culicidae</i>	10	0,002	0,000
	Coleoptera	<i>Chironomidae</i>	306	0,048	0,002
		<i>Hidrophilidae</i>	8	0,001	0,000
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	158	0,025	0,001
<i>Notonectidae</i>		6	0,001	0,000	
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	3670	0,571	0,326
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	20	0,003	0,000
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	3	0,000	0,000

Clase	Orden	Familia	# de individuos	Pi	Pi ²
Hydrozoa	<i>Hidroida</i>	<i>Hydridae</i>	14	0,002	0,000
Oligochaeta	<i>Crassicitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	27	0,004	0,000
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	655	0,102	0,010
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	702	0,109	0,012
		<i>Planorbidae</i>	538	0,084	0,007
Total			6432	1	0,360
Probabilidad (1-D)					64%

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 1

Dentro del análisis por el conjunto de sitios para el monitoreo 1, se estableció según el índice de Simpson que existe una diversidad media ($D=0,393$), debido a que se encuentran sobre los rangos establecidos de entre 0,34-0,66 (ver Tabla 4-47). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 61%.

Tabla 4-47: Cálculo del índice de Simpson por el conjunto de sitios para el monitoreo 1

Clase	Orden	Familia	# de individuos	Pi	Pi ²
Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	178	0,026	0,001
		<i>Aeshnidae</i>	21	0,003	0,000
	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	2	0,000	0,000
		<i>Chironomidae</i>	781	0,115	0,013
	<i>Coleoptera</i>	<i>Hidrophilidae</i>	1	0,000	0,000
	<i>Heteroptera</i>	<i>Corixidae</i>	300	0,044	0,002
<i>Notonectidae</i>		128	0,019	0,000	
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	4120	0,605	0,366
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	41	0,006	0,000
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	7	0,001	0,000
Hydrozoa	<i>Hidroida</i>	<i>Hydridae</i>	2	0,000	0,000
Oligochaeta	<i>Crassicitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	209	0,031	0,001
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	306	0,045	0,002
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	590	0,087	0,008
		<i>Planorbidae</i>	120	0,018	0,000
Total			6806	1	0,393
Probabilidad (1-D)					61%

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 2

Dentro del análisis por el conjunto de sitios para el monitoreo 2, se estableció según el índice de Simpson que existe una diversidad media $D=0,257$, debido a que se encuentran sobre los rangos establecidos de entre 0-0,33 (ver Tabla 4-48). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 74%.

Tabla 4-48: Cálculo del índice de Simpson por el conjunto de sitios para el monitoreo 2

Clase	Orden	Familia	# de individuos	Pi	Pi^2
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	66	0,010	0,000
		<i>Aeshnidae</i>	32	0,005	0,000
	Diptera	<i>Empididae</i>	7	0,001	0,000
		<i>Syrphidae</i>	4	0,001	0,000
		<i>Chironomidae</i>	552	0,086	0,007
	Coleoptera	<i>Hidrophilidae</i>	4	0,001	0,000
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	816	0,127	0,016
		<i>Notonectidae</i>	4	0,001	0,000
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	2911	0,452	0,204
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	71	0,011	0,000
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	15	0,002	0,000
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	254	0,039	0,002
	<i>Haplotaaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	878	0,136	0,019
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	527	0,082	0,007
		<i>Planorbidae</i>	300	0,047	0,002
Total			6441	1	0,257
Probabilidad (1-D)					74%

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 3

Dentro del análisis por el conjunto de sitios para el monitoreo 3, se estableció según el índice de Simpson que existe una diversidad media $D=0,518$, debido a que se encuentran sobre los rangos establecidos de entre 0,34-0,66 (ver Tabla 4-49). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 48%.

Tabla 4-49: Cálculo del índice de Simpson por el conjunto de sitios para el monitoreo 3

Clase	Orden	Familia	# de individuos	Pi	Pi^2
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	195	0,020	0,000
		<i>Aeshnidae</i>	102	0,011	0,000
	Diptera	<i>Empididae</i>	45	0,005	0,000
		<i>Chironomidae</i>	705	0,074	0,005
	Coleoptera	<i>Dytiscidae</i>	3	0,000	0,000
		<i>Hidrophilidae</i>	5	0,001	0,000
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	248	0,026	0,001
		<i>Notonectidae</i>	56	0,006	0,000
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	6764	0,711	0,505
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	56	0,006	0,000
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	9	0,001	0,000
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	376	0,040	0,002
	<i>Haplotaaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	599	0,063	0,004
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	230	0,024	0,001
		<i>Planorbidae</i>	121	0,013	0,000
Total			9514	1	0,518
Probabilidad (1-D)					48%

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

- Análisis del periodo
- Por sitio de visita

-Punto 7B1 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Dentro del análisis del periodo por el sitio de visita 7B1 se estableció que según el índice de Simpson existe una diversidad media $D=0,526$, debido a que se encuentran sobre los rangos establecidos de entre 0,34-0,66 (ver Tabla 4-50). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 47%.

Tabla 4-50: Cálculo del índice de Simpson por el sitio de visita 7B1

Clase	Orden	Familia	Sitio de visita		
			7B1	Pi	Pi ²
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	150	0,011	0,000
		<i>Aeshnidae</i>	38	0,003	0,000
	Diptera	<i>Empididae</i>	4	0,000	0,000
		<i>Chironomidae</i>	918	0,065	0,004
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	409	0,029	0,001
		<i>Notonectidae</i>	26	0,002	0,000
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	10151	0,714	0,510
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugesiidae</i>	81	0,006	0,000
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphonidae</i>	13	0,001	0,000
Hydrozoa	<i>Hidroida</i>	<i>Hydridae</i>	12	0,001	0,000
Oligochaeta	<i>Crassicitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	157	0,011	0,000
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	537	0,038	0,001
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	1279	0,090	0,008
		<i>Planorbidae</i>	440	0,031	0,001
Total			14215	1	0,526
Probabilidad (1-D)					47%

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Punto 7B2 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Dentro del análisis del periodo por el sitio de visita 7B2 se estableció que según el índice de Simpson existe una diversidad baja $D=0,290$, debido a que se encuentran sobre los rangos establecidos de entre 0-0,33 (ver Tabla 4-51). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 71%.

Tabla 4-51: Cálculo del índice de Simpson por el sitio de visita 7B2

Clase	Orden	Familia	Sitio de visita		
			7B2	Pi	Pi ²
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	3	0,000	0,000
		Odonata	Coenagrionidae	320	0,048
	Aeshnidae		62	0,009	0,000
	Diptera	Empididae	45	0,007	0,000
		Chironomidae	1067	0,159	0,025
	Heteroptera	Corixidae	755	0,112	0,013
		Notonectidae	49	0,007	0,000
Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	3270	0,487	0,237
Turbellaria	Tricladida	Dugessiidae	95	0,014	0,000
Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphonidae	2	0,000	0,000
Hydrozoa	Hidroida	Hydridae	4	0,001	0,000
Oligochaeta	Crassicitellata	Lumbricidae	46	0,007	0,000
	Haplotaxida	Tubificidae	312	0,046	0,002
Gastropoda	Basommatophora	Physidae	664	0,099	0,010
		Planorbidae	20	0,003	0,000
Total			6714	1	0,290
Probabilidad (1-D)					71%

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Punto 7B3 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Dentro del análisis del periodo por el sitio de visita 7B3 se estableció que según el índice de Simpson existe una diversidad baja $D=0,294$, debido a que se encuentran sobre los rangos establecidos de entre 0-0,33 (ver Tabla 4-52). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 71%.

Tabla 4-52: Cálculo del índice de Simpson por el sitio de visita 7B3

Clase	Orden	Familia	Sitio de visita		
			7B3	Pi	Pi ²
Insecta	Odonata	Coenagrionidae	252	0,030	0,001
		Aeshnidae	82	0,010	0,000
	Coleoptera	Hydrophilidae	18	0,002	0,000
		Diptera	Culicidae	12	0,001
	Limoniidae		1	0,000	0,000
	Syrphidae		4	0,000	0,000
	Empididae		7	0,001	0,000
	Chironomidae		359	0,043	0,002
	Heteroptera	Corixidae	358	0,043	0,002
		Notonectidae	119	0,014	0,000
Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	4044	0,489	0,239
Turbellaria	Tricladida	Dugessiidae	12	0,001	0,000
Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphonidae	19	0,002	0,000
Oligochaeta	Crassicitellata	Lumbricidae	663	0,080	0,006
	Haplotaxida	Tubificidae	1589	0,192	0,037
Gastropoda	Basommatophora	Physidae	106	0,013	0,000
		Planorbidae	619	0,075	0,006
Total			8264	1	0,294
Probabilidad (1-D)					71%

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Por conjunto de sitios

-Del 14/10/2022 al 23/06/2023 (Global por laguna)

Finalmente, se realizó el análisis por el periodo de todos los monitoreos, determinando así que dentro del cálculo de Simpson se obtuvo un resultado de (D=0,382) estableciendo así que la laguna presenta una diversidad media (ver Tabla 4-53). En tal sentido si se escoge 2 individuos al azar la probabilidad de que pertenezcan a la misma especie es del 62%.

Tabla 4-53: Cálculo de Simpson para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3)

Clase	Orden	Familia	# de individuos	Pi	Pi^2
Insecta	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	722	0,025	0,001
		<i>Aeshnidae</i>	182	0,006	0,000
	Diptera	<i>Empididae</i>	56	0,002	0,000
		<i>Syrphidae</i>	4	0,000	0,000
		<i>Limoniidae</i>	1	0,000	0,000
		<i>Culicidae</i>	12	0,000	0,000
		<i>Chironomidae</i>	2344	0,080	0,006
	Coleoptera	<i>Dytiscidae</i>	3	0,000	0,000
		<i>Hidrophilidae</i>	18	0,001	0,000
	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	1522	0,052	0,003
<i>Notonectidae</i>		194	0,007	0,000	
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyalellidae</i>	17465	0,598	0,358
Turbellaria	<i>Tricladida</i>	<i>Dugessiidae</i>	188	0,006	0,000
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	34	0,001	0,000
Hydrozoa	<i>Hidroida</i>	<i>Hydridae</i>	16	0,001	0,000
Oligochaeta	<i>Crassiclitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	866	0,030	0,001
	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	2438	0,084	0,007
Gastropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	2049	0,070	0,005
		<i>Planorbidae</i>	1079	0,037	0,001
Total			29193	1	0,382
Probabilidad (1-D)					62%

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

4.2.1.3 Índice de riqueza específica: Margalef

- Análisis por fecha
- Por sitio

-Análisis de la línea base para la fecha: 14/10/2022

Para el cálculo de Margalef se determinó que dentro del sitios de visita 7B1 (M=1,282), 7B2 (M=1,343) y 7B3 (M=1,613) existe una riqueza baja ya que los resultados se encuentran dentro del rango 0,1-1,9 (ver Tabla 4-54).

Tabla 4-54: Cálculo del índice de Margalef por fecha de monitoreo

N°	Familia	Sitios de visita		
		7B1	7B2	7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>		191	92
2	<i>Aeshnidae</i>	1	5	21
3	<i>Empididae</i>			4
4	<i>Limoniidae</i>			1
5	<i>Culicidae</i>			10
6	<i>Chironomidae</i>	73	204	29
7	<i>Hidrophilidae</i>			8
8	<i>Corixidae</i>	44	57	57
9	<i>Notonectidae</i>	1	1	4
10	<i>Hyaellidae</i>	1392	174	2104
11	<i>Dugessiidae</i>	16		4
12	<i>Glossiphonidae</i>	3		
13	<i>Hydridae</i>	12	2	
14	<i>Lumbricidae</i>	27		
15	<i>Tubificidae</i>		105	550
16	<i>Physidae</i>	607	75	20
17	<i>Planorbidae</i>	272	1	265
TOTAL		2448	815	3169
S-1/Ln(N)		1,282	1,343	1,613

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 1 para la fecha: 20/01/2023

Para el cálculo de Margalef se determinó que dentro del sitios de visita 7B1 (M=1,169), 7B2 (M=1,603) y 7B3 (M=1,842) existe una riqueza baja ya que los resultados se encuentran dentro del rango 0,1-1,9 (ver Tabla 4-55).

Tabla 4-55: Cálculo del índice de Margalef por fecha de monitoreo

Orden	Familia	Sitios de visita		
		7B1	7B2	7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>	61	15	102
2	<i>Aeshnidae</i>	1	2	18
3	<i>Culicidae</i>			2
4	<i>Chironomidae</i>	610	126	45
5	<i>Hidrophilidae</i>			1
6	<i>Corixidae</i>	179	38	83
7	<i>Notonectidae</i>		20	108
8	<i>Hyaellidae</i>	3573	382	165
9	<i>Dugessiidae</i>	25	16	
10	<i>Glossiphonidae</i>	5		2
11	<i>Hydridae</i>		2	
12	<i>Lumbricidae</i>	114	38	57
13	<i>Tubificidae</i>	161	95	50
14	<i>Physidae</i>	365	215	10
15	<i>Planorbidae</i>	80	8	32
TOTAL		5174	957	675
S-1/Ln(N)		1,169	1,603	1,842

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 2 para la fecha: 14/04/2023

Para el cálculo de Margalef se determinó que dentro del sitios de visita 7B1 (M=1,533), 7B2 (1,276) y 7B3 (1,653) existe una riqueza baja ya que se encuentra dentro del rango 0,1-1,9 (ver Tabla 4-56).

Tabla 4-56: Cálculo del índice de Margalef por fecha de monitoreo

Orden	Familia	Sitios de visita		
		7B1	7B2	7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>	18	20	28
2	<i>Aeshnidae</i>	6	6	20
3	<i>Empididae</i>	4	3	
4	<i>Syrphidae</i>			4
5	<i>Chironomidae</i>	72	282	198
6	<i>Hidrophilidae</i>			4
7	<i>Corixidae</i>	182	500	134
8	<i>Notonectidae</i>			4
9	<i>Hyaellidae</i>	662	1344	905
10	<i>Dugessiidae</i>	26	40	5
11	<i>Glossiphonidae</i>	3	2	10
12	<i>Lumbricidae</i>	16		238
13	<i>Tubificidae</i>	35	55	788
14	<i>Physidae</i>	209	272	46
15	<i>Planorbidae</i>	71	8	221
TOTAL		1304	2532	2605
S-1/Ln(N)		1,533	1,276	1,653

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 3 para la fecha: 23/06/2023

Para el cálculo de Margalef se determinó que dentro del sitios de visita 7B1 (M=1,166), 7B2 (1,541) y 7B3 (1,732) existe una riqueza baja ya que se encuentra dentro del rango 0,1-1,9 (ver Tabla 4-57).

Tabla 4-57: Cálculo del índice de Margalef por fecha de monitoreo

Orden	Familia	Sitios de visita		
		7B1	7B2	7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>	71	94	30
2	<i>Aeshnidae</i>	30	49	23
3	<i>Empididae</i>		42	3
4	<i>Chironomidae</i>	163	455	87
5	<i>Dytiscidae</i>		3	
6	<i>Hidrophilidae</i>			5
7	<i>Corixidae</i>	4	160	84
8	<i>Notonectidae</i>	25	28	3
9	<i>Hyaellidae</i>	4524	1370	870
10	<i>Dugessiidae</i>	14	39	3
11	<i>Glossiphonidae</i>	2		7
12	<i>Lumbricidae</i>		8	368
13	<i>Tubificidae</i>	341	57	201
14	<i>Physidae</i>	98	102	30
15	<i>Planorbidae</i>	17	3	101

TOTAL	5289	2410	1815
S-1/Ln(N)	1,166	1,541	1,732

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Por conjunto de sitios

-Línea base

Los valores obtenidos dentro del análisis por el conjunto de sitio, determinó que dentro del índice de Margalef ($M=1,825$), la riqueza de las especies de macroinvertebrados es baja pues se encuentra dentro de los rangos 0,1-1,9 (ver Tabla 4-58).

Tabla 4-58: Cálculo del índice de Margalef por el conjunto de sitios para línea base

N°	Familia	Número de individuos por los tres sitios de visita
1	<i>Coenagrionidae</i>	283
2	<i>Aeshnidae</i>	27
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Limoniidae</i>	1
5	<i>Culicidae</i>	10
6	<i>Chironomidae</i>	306
7	<i>Hidrophilidae</i>	8
8	<i>Corixidae</i>	158
9	<i>Notonectidae</i>	6
10	<i>Hyaellidae</i>	3670
11	<i>Dugessiidae</i>	20
12	<i>Glossiphonidae</i>	3
13	<i>Hydridae</i>	14
14	<i>Lumbricidae</i>	27
15	<i>Tubificidae</i>	655
16	<i>Physidae</i>	702
17	<i>Planorbidae</i>	538
TOTAL		6432
S-1/Ln(N)		1,825

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Monitoreo 1

Los valores obtenidos dentro del análisis por el conjunto de sitio, determinó que dentro del índice de Margalef ($M=1,586$), la riqueza de las especies de macroinvertebrados es baja pues se encuentra dentro de los rangos 0,1-1,9 (ver Tabla 4-59).

Tabla 4-59: Cálculo del índice de Margalef por el conjunto de sitios para línea base

N°	Familia	Número de individuos por los tres sitios de visita
1	<i>Coenagrionidae</i>	178
2	<i>Aeshnidae</i>	21
3	<i>Culicidae</i>	2
4	<i>Chironomidae</i>	781
5	<i>Hidrophilidae</i>	1
6	<i>Corixidae</i>	300
7	<i>Notonectidae</i>	128
8	<i>Hyaellidae</i>	4120
9	<i>Dugessiidae</i>	41
10	<i>Glossiphonidae</i>	7
11	<i>Hydridae</i>	2
12	<i>Lumbricidae</i>	209
13	<i>Tubificidae</i>	306
14	<i>Physidae</i>	590
15	<i>Planorbidae</i>	120
TOTAL		6806
S-1/Ln(N)		1,586

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 2

Los valores obtenidos dentro del análisis por el conjunto de sitio, determinó que dentro del índice de Margalef ($M=1,596$), la riqueza de las especies de macroinvertebrados es baja pues se encuentra dentro de los rangos 0,1-1,9 (ver Tabla 4-60).

Tabla 4-60: Cálculo del índice de Margalef por el conjunto de sitios para el monitoreo 2

N°	Familia	Número de individuos por los tres sitios de visita
1	<i>Coenagrionidae</i>	66
2	<i>Aeshnidae</i>	32
3	<i>Empididae</i>	7
4	<i>Syrphidae</i>	4
5	<i>Chironomidae</i>	552
6	<i>Hidrophilidae</i>	4
7	<i>Corixidae</i>	816
8	<i>Notonectidae</i>	4
9	<i>Hyaellidae</i>	2911
10	<i>Dugessiidae</i>	71
11	<i>Glossiphonidae</i>	15
12	<i>Lumbricidae</i>	254
13	<i>Tubificidae</i>	878
14	<i>Physidae</i>	527
15	<i>Planorbidae</i>	300
TOTAL		6441
S-1/Ln(N)		1,596

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 3

Los valores obtenidos dentro del análisis por el conjunto de sitio, determinó que dentro del índice de Margalef ($M=1,528$), la riqueza de las especies de macroinvertebrados es baja pues se encuentra dentro de los rangos 0,1-1,9 (ver Tabla 4-61).

Tabla 4-61: Cálculo global de riqueza específica de Margalef por los sitios de monitoreo

N°	Familia	Número de individuos por los tres sitios de visita
1	<i>Coenagrionidae</i>	195
2	<i>Aeshnidae</i>	102
3	<i>Empididae</i>	45
4	<i>Chironomidae</i>	705
5	<i>Dytiscidae</i>	3
6	<i>Hidrophilidae</i>	5
7	<i>Corixidae</i>	248
8	<i>Notonectidae</i>	56
9	<i>Hyaellidae</i>	6764
10	<i>Dugessiidae</i>	56
11	<i>Glossiphonidae</i>	9
12	<i>Lumbricidae</i>	376
13	<i>Tubificidae</i>	599
14	<i>Physidae</i>	230
15	<i>Planorbidae</i>	121
TOTAL		9514
S-1/Ln(N)		1,528

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

○ Análisis del periodo

○ Por sitio de visita

-Punto 7B1 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Los valores obtenidos dentro del análisis del periodo para el sitio de visita 7B1, determinó que dentro del índice de Margalef ($M=1,360$), la riqueza de las especies de macroinvertebrados es baja pues se encuentra dentro de los rangos 0,1-1,9 (ver Tabla 4-62).

Tabla 4-62: Cálculo del índice de Margalef por el sitio de visita 7B1

N°	Familia	Sitio de visita
		7B1
1	<i>Coenagrionidae</i>	150
2	<i>Aeshnidae</i>	38
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Chironomidae</i>	918
5	<i>Corixidae</i>	409
6	<i>Notonectidae</i>	26
7	<i>Hyaellidae</i>	10151
8	<i>Dugessiidae</i>	81
9	<i>Glossiphonidae</i>	13
10	<i>Hydridae</i>	12
11	<i>Lumbricidae</i>	157

N°	Familia	Sitio de visita
		7B1
12	<i>Tubificidae</i>	537
13	<i>Physidae</i>	1279
14	<i>Planorbidae</i>	440
TOTAL		14215
S-1/Ln(N)		1,360

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Punto 7B2 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Los valores obtenidos dentro del análisis del periodo para el sitio de visita 7B2, determinó que dentro del índice de Margalef ($M=1,589$), la riqueza de las especies de macroinvertebrados es baja pues se encuentra dentro de los rangos 0,1-1,9 (ver Tabla 4-63).

Tabla 4-63: Cálculo del índice de Margalef por el sitio de visita 7B2

N°	Familia	Sitio de visita
		7B2
1	<i>Dytiscidae</i>	3
2	<i>Coenagrionidae</i>	320
3	<i>Aeshnidae</i>	62
4	<i>Empididae</i>	45
5	<i>Chironomidae</i>	1067
6	<i>Corixidae</i>	755
7	<i>Notonectidae</i>	49
8	<i>Hyaellidae</i>	3270
9	<i>Dugessiidae</i>	95
10	<i>Glossiphonidae</i>	2
11	<i>Hydridae</i>	4
12	<i>Lumbricidae</i>	46
13	<i>Tubificidae</i>	312
14	<i>Physidae</i>	664
15	<i>Planorbidae</i>	20
TOTAL		6714
S-1/Ln(N)		1,589

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Punto 7B3 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Los valores obtenidos dentro del análisis del periodo para el sitio de visita 7B3, determinó que dentro del índice de Margalef ($M=1,774$), la riqueza de las especies de macroinvertebrados es baja pues se encuentra dentro de los rangos 0,1-1,9 (ver Tabla 4-64).

Tabla 4-64: Cálculo del índice de Margalef por el sitio de visita 7B3

N°	Familia	Sitio de visita
		7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>	252
2	<i>Aeshnidae</i>	82
3	<i>Hidrophilidae</i>	18
4	<i>Limoniidae</i>	1
5	<i>Culicidae</i>	12
6	<i>Syrphidae</i>	4
7	<i>Empididae</i>	7
8	<i>Chironomidae</i>	359
9	<i>Corixidae</i>	358
10	<i>Notonectidae</i>	119
11	<i>Hyaellidae</i>	4044
12	<i>Dugesiidae</i>	12
13	<i>Glossiphonidae</i>	19
14	<i>Lumbricidae</i>	663
15	<i>Tubificidae</i>	1589
16	<i>Physidae</i>	106
17	<i>Planorbidae</i>	619
TOTAL		8264
S-1/Ln(N)		1,774

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

- Por conjunto de sitios

-Del 14/10/2022 al 23/06/2023 (Global por laguna)

Los valores obtenidos dentro del análisis del periodo por todos los monitoreos realizados, determinó que dentro del índice de Margalef ($M=1,751$), la riqueza de las especies de macroinvertebrados es baja pues se encuentra dentro de los rangos 0,1-1,9 (ver Tabla 4-65).

Tabla 4-65: Cálculo de Margalef para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3)

N°	Familia	Número de individuos por el periodo de monitoreo
1	<i>Coenagrionidae</i>	722
2	<i>Aeshnidae</i>	182
3	<i>Empididae</i>	56
4	<i>Limoniidae</i>	1
5	<i>Culicidae</i>	12
6	<i>Dytiscidae</i>	3
7	<i>Syrphidae</i>	4
8	<i>Chironomidae</i>	2344
9	<i>Hidrophilidae</i>	18
10	<i>Corixidae</i>	1522
11	<i>Notonectidae</i>	194
12	<i>Hyaellidae</i>	17465
13	<i>Dugesiidae</i>	188
14	<i>Glossiphonidae</i>	34
15	<i>Hydriidae</i>	16
16	<i>Lumbricidae</i>	866
17	<i>Tubificidae</i>	2438
18	<i>Physidae</i>	2049
19	<i>Planorbidae</i>	1079

TOTAL	29193
S-1/Ln(N)	1,751

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

4.2.2 Índices beta

4.2.2.1 Sorensen y Jaccard

- Análisis por fecha
- Por sitios

-Análisis de la línea base para la fecha: 14/10/2022

Dentro de los resultados obtenidos en los índices de Sorensen y Jaccard se determinó que existe una mayor similitud dentro de los sitios de visita 7B1 y 7B2 con un 76% para Sorensen y de 61% para Jaccard. Y los sitios de visita que menor similitud presentaron fueron los sitios de visita 7B1 y 7B3 con un 64% para Sorensen y de 47% para Jaccard (ver Tabla 4-66).

Tabla 4-66: Resultados del cálculo del índice de Sorensen y Jaccard

N°	Familia	Sitios de visita			Presencia de familias			Similitud de familias por sitio de visita		
		7B1	7B2	7B3	7B1	7B2	7B3	7B1 y 7B2	7B1 y 7B3	7B2 y 7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>		191	92	0	1	1	0	0	1
2	<i>Aeshnidae</i>	1	5	21	1	1	1	1	1	1
3	<i>Empididae</i>			4	0	0	1	0	0	0
4	<i>Limoniidae</i>			1	0	0	1	0	0	0
5	<i>Culicidae</i>			10	0	0	1	0	0	0
6	<i>Chironomidae</i>	73	204	29	1	1	1	1	1	1
7	<i>Hidrophilidae</i>			8	0	0	1	0	0	0
8	<i>Corixidae</i>	44	57	57	1	1	1	1	1	1
9	<i>Notonectidae</i>	1	1	4	1	1	1	1	1	1
10	<i>Hyalellidae</i>	1392	174	2104	1	1	1	1	1	1
11	<i>Dugessiidae</i>	16		4	1	0	1	0	1	0
12	<i>Glossiphonidae</i>	3			1	0	0	0	0	0
13	<i>Hydriidae</i>	12	2		1	1	0	1	0	0
14	<i>Lumbricidae</i>	27			1	0	0	0	0	0
15	<i>Tubificidae</i>		105	550	0	1	1	0	0	1
16	<i>Physidae</i>	607	75	20	1	1	1	1	1	1
17	<i>Planorbidae</i>	272	1	265	1	1	1	1	1	1

N°	Familia	Sitios de visita			Presencia de familias			Similitud de familias por sitio de visita		
		7B1	7B2	7B3	7B1	7B2	7B3	7B1 y 7B2	7B1 y 7B3	7B2 y 7B3
Número de familias por punto					11	10	14			
Número de familias en común							8		8	
Índice de Sorensen							76,190		64,000	
Índice de Jaccard							61,538		47,059	

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Dentro del análisis de similitud de Bray-Curtis se determinó que, dentro de los sitios de visita 7B1 y 7B3 presentan una similitud del 62,5% en función a la semejanza de macroinvertebrados identificados en ambos sitios (ver Ilustración 4-19).

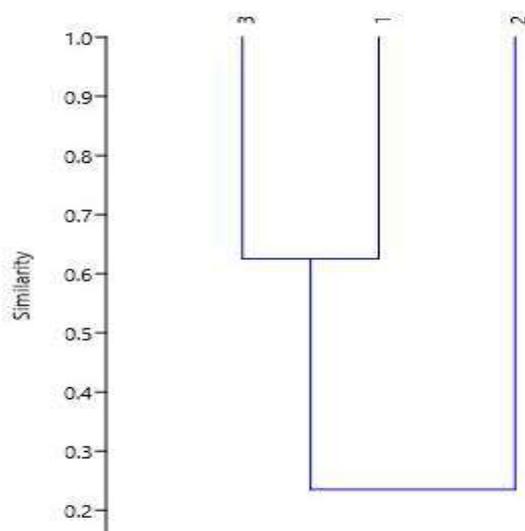


Ilustración 4-19: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para LB

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 1 para la fecha: 20/01/2023

Dentro de los resultados obtenidos en los índices de Sorensen y Jaccard se determinó que existe una mayor similitud dentro de los sitios de visita 7B1 y 7B2 con un 87% para Sorensen y de 77% para Jaccard. Y los sitios de visita que menor similitud presentaron fueron los sitios de visita 7B2 y 7B3 con un 80% para Sorensen y de 67% para Jaccard (ver Tabla 4-67).

Tabla 4-67: Resultados del cálculo del índice de Sorensen y Jaccard

Orden	Familia	Sitios de visita			Presencia de familias			Similitud de familias por sitio de visita		
		7B1	7B2	7B3	7B1	7B2	7B3	7B1 y 7B2	7B1 y 7B3	7B2 y 7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>	61	15	102	1	1	1	1	1	1
2	<i>Aeshnidae</i>	1	2	18	1	1	1	1	1	1
3	<i>Culicidae</i>			2	0	0	1	0	0	0
4	<i>Chironomidae</i>	610	126	45	1	1	1	1	1	1
5	<i>Hidrophilidae</i>			1	0	0	1	0	0	0
6	<i>Corixidae</i>	179	38	83	1	1	1	1	1	1
7	<i>Notonectidae</i>		20	108	0	1	1	0	0	1

8	<i>Hyaellidae</i>	3573	382	165	1	1	1	1	1	1
9	<i>Dugesiidae</i>	25	16		1	1	0	1	0	0
10	<i>Glossiphonidae</i>	5		2	1	0	1	0	1	0
11	<i>Hydridae</i>		2		0	1	0	0	0	0
12	<i>Lumbricidae</i>	114	38	57	1	1	1	1	1	1
13	<i>Tubificidae</i>	161	95	50	1	1	1	1	1	1
14	<i>Physidae</i>	365	215	10	1	1	1	1	1	1
15	<i>Planorbidae</i>	80	8	32	1	1	1	1	1	1
Número de familias por punto					11	12	13			
Número de familias en común								10	10	10
Índice de Sorensen								86,957	83,333	80,000
Índice de Jaccard								76,923	71,429	66,667

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Dentro del análisis de similitud de Bray-Curtis se determinó que, dentro de los sitios de visita 7B2 y 7B3 presentan una similitud del 47,9% en función a la semejanza de macroinvertebrados identificados en ambos sitios (ver Ilustración 4-20).

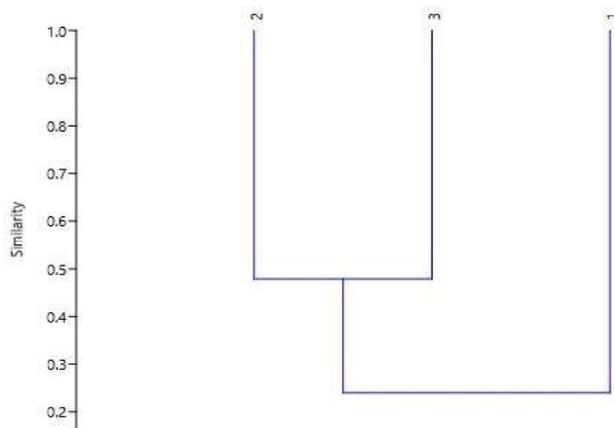


Ilustración 4-20: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para M1

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 2 para la fecha: 14/04/2023

Dentro de los resultados obtenidos en los índices de Sorensen y Jaccard se determinó que existe una mayor similitud dentro de los sitios de visita 7B1 y 7B2 con un 96% para Sorensen y de 92% para Jaccard. Y los sitios de visita que menor similitud presentaron fueron los sitios de visita 7B2 y 7B3 con un 80% para Sorensen y de 67% para Jaccard (ver Tabla 4-68).

Tabla 4-68: Resultados del cálculo del índice de Sorensen y Jaccard

Orden	Familia	Sitios de visita			Presencia de familias			Similitud de familias por sitio de visita		
		7B1	7B2	7B3	7B1	7B2	7B3	7B1 y 7B2	7B1 y 7B3	7B2 y 7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>	18	20	28	1	1	1	1	1	1
2	<i>Aeshnidae</i>	6	6	20	1	1	1	1	1	1
3	<i>Empididae</i>	4	3		1	1	0	1	0	0
4	<i>Syrphidae</i>			4	0	0	1	0	0	0
5	<i>Chironomidae</i>	72	282	198	1	1	1	1	1	1
6	<i>Hidrophilidae</i>			4	0	0	1	0	0	0

7	<i>Corixidae</i>	182	500	134	1	1	1	1	1	1
8	<i>Notonectidae</i>			4	0	0	1	0	0	0
9	<i>Hyaellidae</i>	662	1344	905	1	1	1	1	1	1
10	<i>Dugessiidae</i>	26	40	5	1	1	1	1	1	1
11	<i>Glossiphonidae</i>	3	2	10	1	1	1	1	1	1
12	<i>Lumbricidae</i>	16		238	1	0	1	0	1	0
13	<i>Tubificidae</i>	35	55	788	1	1	1	1	1	1
14	<i>Physidae</i>	209	272	46	1	1	1	1	1	1
15	<i>Planorbidae</i>	71	8	221	1	1	1	1	1	1
Número de familias por punto					12	11	14			
Número de familias en común								11	11	10
Índice de Sorensen								95,652	84,615	80,000
Índice de Jaccard								91,667	73,333	66,667

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Dentro del análisis de similitud de Bray-Curtis se determinó que, dentro de los sitios de visita 7B1 y 7B2 presentan una similitud del 63,8% en función a la semejanza de macroinvertebrados identificados en ambos sitios (ver Ilustración 4-21).

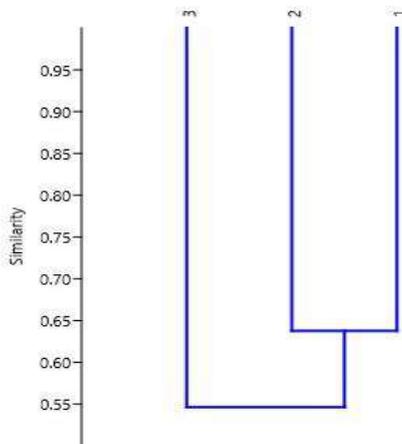


Ilustración 4-21: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para M2

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 3 para la fecha: 23/06/2023

Dentro de los resultados obtenidos en los índices de Sorensen y Jaccard se determinó que existe una mayor similitud dentro de los sitios de visita (7B1 y 7B3) con un 96% para Sorensen y de un 92% para Jaccard. Y los sitios de visita que menor similitud presentaron fueron los sitios de visita (7B1 y 7B2) con un 83% para Sorensen y de 71% para Jaccard (ver Tabla 4-69).

Tabla 4-69: Resultados del cálculo del índice de Sorensen y Jaccard

Orden	Familia	Sitios de visita			Presencia de familias			Similitud de familias por sitio de visita		
		7B1	7B2	7B3	7B1	7B2	7B3	7B1 y 7B2	7B1 y 7B3	7B2 y 7B3
1	Aeshnidae	30	49	23	1	1	1	1	1	1
2	Chironomidae	163	455	87	1	1	1	1	1	1
3	Coenagrionidae	71	94	30	1	1	1	1	1	1
4	Dytiscidae		3		0	1	0	0	1	0
5	Corixidae	4	160	84	1	1	1	1	1	1

Orden	Familia	Sitios de visita			Presencia de familias			Similitud de familias por sitio de visita		
		7B1	7B2	7B3	7B1	7B2	7B3	7B1 y 7B2	7B1 y 7B3	7B2 y 7B3
6	Empididae		42	3	0	1	1	0	0	1
7	Hidrophilidae			5	0	0	1	0	0	0
8	Notonectidae	25	28	3	1	1	1	1	1	1
9	Hyaellidae	4524	1370	870	1	1	1	1	1	1
10	Dugesiidae	14	39	3	1	1	1	1	1	1
11	Glossiphonidae	2		7	1	0	1	0	1	0
12	Lumbricidae		8	368	0	1	1	0	0	1
13	Tubificidae	341	57	201	1	1	1	1	1	1
14	Physidae	98	102	30	1	1	1	1	1	1
15	Planorbidae	17	3	101	1	1	1	1	1	1
Número de familias por punto					11	13	14			
Número de familias en común								10	12	12
Índice de Sorensen								83,333	96,000	88,889
Índice de Jaccard								71,429	92,308	80,000

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Dentro del análisis de similitud de Bray-Curtis se determinó que, dentro de los sitios de visita 7B2 y 7B3 presentan una similitud del 89% en función a la semejanza de macroinvertebrados identificados en ambos sitios (ver Ilustración 4-22).

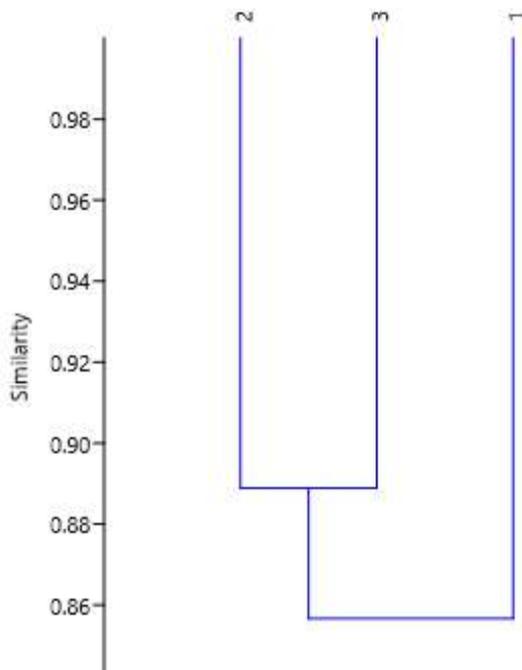


Ilustración 4-22: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para M3

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

- Análisis del periodo
- Por sitios de visita

-Punto 7B1/7B2/7B3 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Dentro de los resultados obtenidos en los índices de Sorensen y Jaccard se determinó que existe una mayor similitud dentro de los sitios de visita (7B1 y 7B2) con un 97% para Sorensen y de 93% para Jaccard. Y los sitios de visita que menor similitud presentaron fueron los sitios de visita (7B2 y 7B3) con un 81% para Sorensen y de 68% para Jaccard (ver Tabla 4-70).

Tabla 4-70: Resultados del cálculo del índice de Sorensen y Jaccard para el análisis del periodo

Nº	Familia	Sitios de visita			Presencia de familias			Similitud de familias por sitio de visita		
		7B1	7B2	7B3	7B1	7B2	7B3	7B1 y 7B2	7B1 y 7B3	7B2 y 7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>	150	320	252	1	1	1	1	1	1
2	<i>Aeshnidae</i>	38	62	82	1	1	1	1	1	1
3	<i>Empididae</i>	4	45	7	1	1	1	1	1	1
4	<i>Limoniidae</i>			1	0	0	1	0	0	0
5	<i>Culicidae</i>			12	0	0	1	0	0	0
6	<i>Chironomidae</i>	918	1067	359	1	1	1	1	1	1
7	<i>Hidrophilidae</i>			18	0	0	1	0	0	0
8	<i>Corixidae</i>	409	755	358	1	1	1	1	1	1
9	<i>Notonectidae</i>	26	49	119	1	1	1	1	1	1
10	<i>Hyaletellidae</i>	10151	3270	4044	1	1	1	1	1	1
11	<i>Dugessiidae</i>	81	95	12	1	1	1	1	1	1
12	<i>Glossiphonidae</i>	13	2	19	1	1	1	1	1	1
13	<i>Hydridae</i>	12	4		1	1	0	1	0	0
14	<i>Lumbricidae</i>	157	46	663	1	1	1	1	1	1
15	<i>Tubificidae</i>	537	312	1589	1	1	1	1	1	1
16	<i>Physidae</i>	1279	664	106	1	1	1	1	1	1
17	<i>Planorbidae</i>	440	20	619	1	1	1	1	1	1
18	<i>Dytiscidae</i>		3		0	1	0	0	0	0
19	<i>Syrphidae</i>			4	0	0	1	0	0	0
Número de familias por punto					14	15	17			
Número de familias en común								14	13	13
Índice de Sorensen								96,552	83,871	81,250
Índice de Jaccard								93,333	72,222	68,421

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Dentro del análisis de similitud de Bray-Curtis se determinó que, dentro de los sitios de visita 7B1 y 7B2 presentan una similitud del 97% en función a la semejanza de macroinvertebrados identificados en ambos sitios (ver Ilustración 4-19).

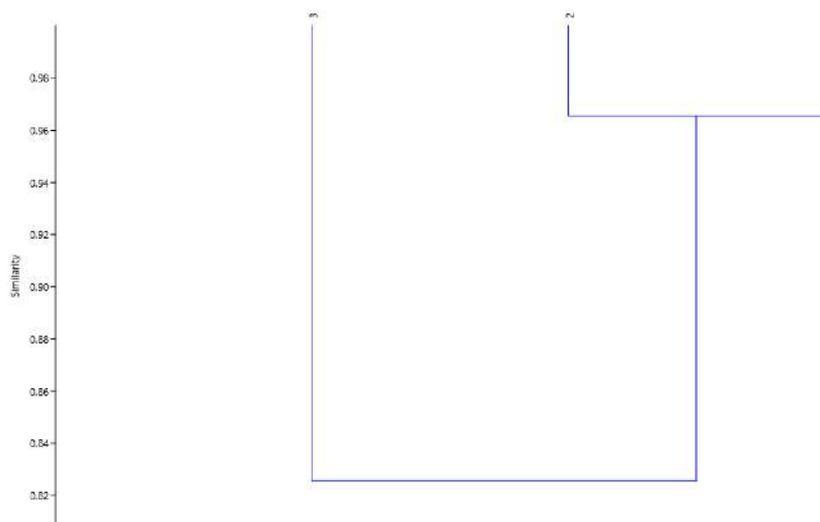


Ilustración 4-23: Dendrograma de similitud de Bray Curtis del análisis de periodo

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

4.2.3 Índices biológicos

4.2.3.1 Índice BMWP/COL

- Análisis por fecha
- Por sitio

-Análisis de la línea base para la fecha: 14/10/2022

Con lo que respecta al índice BMWP/COL durante el levantamiento de la línea base, se obtuvieron dentro de dos sitios de visita los siguientes valores (7B1=47 puntos), (7B2=45 puntos) y (7B3=56 puntos) (ver Tabla 4-71) encontrándose así dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad dudosa y siendo aguas moderadamente contaminadas (ver Tabla 4-72).

Tabla 4-71: Cálculo del índice de BMWP/COL por fecha de monitoreo

N°	Familia	Sitios de visita					
		7B1	BMWP/COL	7B2	BMWP/COL	7B3	BMWP/COL
1	<i>Coenagrionidae</i>			191	7	92	7
2	<i>Aeshnidae</i>	1	6	5	6	21	6
3	<i>Empididae</i>					4	4
4	<i>Limoniidae</i>					1	0
5	<i>Culicidae</i>					10	2
6	<i>Chironomidae</i>	73	2	204	2	29	2
7	<i>Hydrophilidae</i>					8	3
8	<i>Corixidae</i>	44	5	57	5	57	7

N°	Familia	Sitios de visita					
		7B1	BMWP/COL	7B2	BMWP/COL	7B3	BMWP/COL
9	<i>Notonectidae</i>	1	5	1	7	4	5
10	<i>Hyalellidae</i>	1392	7	174	5	2104	5
11	<i>Dugessiidae</i>	16	6			4	6
12	<i>Glossiphonidae</i>	3	4				
13	<i>Hydriidae</i>	12	4	2	4		
14	<i>Lumbricidae</i>	27	0				
15	<i>Tubificidae</i>			105	1	550	1
16	<i>Physidae</i>	607	3	75	3	20	3
17	<i>Planorbidae</i>	272	5	1	5	265	5
TOTAL		2448		815		3169	
TOTAL BMWP/COL			47		45		56

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-72: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Sitio de visita	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
7B1	47	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
7B2	45		
7B3	56		

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 1 para la fecha: 20/01/2023

Con lo que respecta al índice BMWP/COL levantado el 20 de enero del 2023, se obtuvieron dentro de los tres sitios de visita los siguientes valores (7B1=46 puntos), (7B2=51 puntos) y (7B3=50 puntos) (ver Tabla 4-73) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad dudosa y siendo aguas moderadamente contaminadas (ver Tabla 4-74).

Tabla 4-73: Cálculo del índice de BMWP/COL por fecha de monitoreo

Orden	Familia	Sitios de visita					
		7B1	BMWP/COL	7B2	BMWP/COL	7B3	BMWP/COL
1	<i>Coenagrionidae</i>	61	7	15	7	102	7
2	<i>Aeshnidae</i>	1	6	2	6	18	6
3	<i>Culicidae</i>					2	2
4	<i>Chironomidae</i>	610	2	126	2	45	2
5	<i>Hidrophilidae</i>					1	3
6	<i>Corixidae</i>	179	5	38	5	83	5
7	<i>Notonectidae</i>			20	5	108	5
8	<i>Hyalellidae</i>	3573	7	382	7	165	7
9	<i>Dugessiidae</i>	25	6	16	6		
10	<i>Glossiphonidae</i>	5	4			2	4
11	<i>Hydriidae</i>			2	4		
12	<i>Lumbricidae</i>	114	0	38	0	57	0
13	<i>Tubificidae</i>	161	1	95	1	50	1
14	<i>Physidae</i>	365	3	215	3	10	3
15	<i>Planorbidae</i>	80	5	8	5	32	5
TOTAL		5174		957		675	
TOTAL BMWP/COL			46		51		50

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-74: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Sitio de visita	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
7B1	46	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
7B2	51		
7B3	50		

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 2 para la fecha: 14/04/2023

Con lo que respecta al índice BMWP/COL levantado el 14 de abril del 2023, se obtuvieron dentro de los sitios de visita los siguientes valores (7B1=50 puntos), (7B2=50 puntos) y (7B3=56 puntos) (ver Tabla 4-75). Estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad dudosa y siendo aguas moderadamente contaminadas (ver Tabla 4-76).

Tabla 4-75: Cálculo del índice de BMWP/COL por fecha de monitoreo

Orden	Familia	Sitios de visita					
		7B1	BMWP/COL	7B2	BMWP/COL	7B3	BMWP/COL
1	<i>Coenagrionidae</i>	18	7	20	7	28	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6	6	6	6	20	6
3	<i>Empididae</i>	4	4	3	4		
4	<i>Syrphidae</i>					4	2
5	<i>Chironomidae</i>	72	2	282	2	198	2
6	<i>Hidrophilidae</i>					4	3
7	<i>Corixidae</i>	182	5	500	5	134	5
8	<i>Notonectidae</i>					4	5
9	<i>Hyaellidae</i>	662	7	1344	7	905	7
10	<i>Dugesiidae</i>	26	6	40	6	5	6
11	<i>Glossiphonidae</i>	3	4	2	4	10	4
12	<i>Lumbricidae</i>	16	0			238	0
13	<i>Tubificidae</i>	35	1	55	1	788	1
14	<i>Physidae</i>	209	3	272	3	46	3
15	<i>Planorbidae</i>	71	5	8	5	221	5
TOTAL		1304		2532		2605	
TOTAL BMWP/COL			50		50		56

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-76: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Sitio de visita	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
7B1	50	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
7B2	50		
7B3	56		

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 3 para la fecha: 23/06/2023

Con lo que respecta al índice BMWP/COL levantado el 24 de junio del 2023, se obtuvieron dentro

de los sitios de visita los siguientes valores (7B1=51 puntos), (7B2=51 puntos) y (7B3=58 puntos) (ver Tabla 4-77) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad dudosa y siendo aguas moderadamente contaminadas (ver Tabla 4-78).

Tabla 4-77: Cálculo del índice de BMWP/COL por fecha de monitoreo

Orden	Familia	Sitios de visita					
		7B1	BMWP/COL	7B2	BMWP/COL	7B3	BMWP/COL
1	<i>Coenagrionidae</i>	71	7	94	7	30	7
2	<i>Aeshnidae</i>	30	6	49	6	23	6
3	<i>Empididae</i>			42	4	3	4
4	<i>Chironomidae</i>	163	2	455	2	87	2
5	<i>Dytiscidae</i>			3	0		
6	<i>Hidrophilidae</i>					5	3
7	<i>Corixidae</i>	4	5	160	5	84	5
8	<i>Notonectidae</i>	25	5	28	5	3	5
9	<i>Hyalellidae</i>	4524	7	1370	7	870	7
10	<i>Dugesiidae</i>	14	6	39	6	3	6
11	<i>Glossiphonidae</i>	2	4			7	4
12	<i>Lumbricidae</i>			8	0	368	0
13	<i>Tubificidae</i>	341	1	57	1	201	1
14	<i>Physidae</i>	98	3	102	3	30	3
15	<i>Planorbidae</i>	17	5	3	5	101	5
TOTAL		5289		2410		1815	
TOTAL BMWP/COL			51		51		58

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-78: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Sitio de visita	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
7B1	51	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
7B2	51		
7B3	58		

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Por conjunto de sitios

-Línea base

Para el análisis por conjunto de sitios para línea base levantada el 14 de octubre del 2022 y según el índice BMWP/COL, se determinó un total de 64 puntos (ver Tabla 4-79) este valor se encontró dentro del rango para la clase II, es decir con una calidad aceptable y siendo aguas ligeramente contaminadas (ver Tabla 4-80).

Tabla 4-79: Cálculo del índice de BMWP/COL por el conjunto de sitios para línea base

N°	Familia	BMWP/COL
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Limoniidae</i>	0
5	<i>Culicidae</i>	2
6	<i>Chironomidae</i>	2

7	<i>Hydrophilidae</i>	3
8	<i>Corixidae</i>	5
9	<i>Notonectidae</i>	5
10	<i>Hyaellidae</i>	7
11	<i>Dugessiidae</i>	6
12	<i>Glossiphonidae</i>	4
13	<i>Hydridae</i>	4
14	<i>Lumbricidae</i>	0
15	<i>Tubificidae</i>	1
16	<i>Physidae</i>	3
17	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL		64

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-80: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Sitio	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
7B	64	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 1

Para el análisis por conjunto de sitios para el monitoreo 1 levantada el 20 de enero del 2023 y según el índice BMWP/COL, se determinó un total de 60 puntos (ver Tabla 4-81) este valor se encontró dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad dudosa y siendo aguas moderadamente contaminadas (ver Tabla 4-82).

Tabla 4-81: Cálculo del índice de BMWP/COL por el conjunto de sitios para monitoreo 1

Orden	Familia	BMWP/COL
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Culicidae</i>	2
4	<i>Chironomidae</i>	2
5	<i>Hidrophilidae</i>	3
6	<i>Corixidae</i>	5
7	<i>Notonectidae</i>	5
8	<i>Hyaellidae</i>	7
9	<i>Dugessiidae</i>	6
10	<i>Glossiphonidae</i>	4
11	<i>Hydridae</i>	4
12	<i>Lumbricidae</i>	0
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL		60

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-82: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Sitio	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
7B	60	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 2

Para el análisis por conjunto de sitios para el monitoreo 2 levantada el 14 de abril del 2023 y según el índice BMWP/COL, se determinó un total de 60 puntos (ver Tabla 4-83) este valor se encontró dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad dudosa y siendo aguas moderadamente contaminadas (ver Tabla 4-84).

Tabla 4-83: Cálculo del índice de BMWP/COL por el conjunto de sitios para monitoreo 2

Orden	Familia	BMWP/COL
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Syrphidae</i>	2
5	<i>Chironomidae</i>	2
6	<i>Hidrophilidae</i>	3
7	<i>Corixidae</i>	5
8	<i>Notonectidae</i>	5
9	<i>Hyaellidae</i>	7
10	<i>Dugessiidae</i>	6
11	<i>Glossiphonidae</i>	4
12	<i>Lumbricidae</i>	0
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL		60

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-84: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Sitio	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
7B	60	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 3

Para el análisis por conjunto de sitios para el monitoreo 3 levantada el 23 de junio del 2023 y según el índice BMWP/COL, se determinó un total de 58 puntos (ver Tabla 4-85) este valor se encontró dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad dudosa y siendo aguas moderadamente contaminadas (ver Tabla 4-86).

Tabla 4-85: Cálculo del índice de BMWP/COL por el conjunto de sitios para monitoreo 3

Orden	Familia	BMWP/COL
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Chironomidae</i>	2

Orden	Familia	BMWP/COL
5	<i>Dytiscidae</i>	0
6	<i>Hidrophilidae</i>	3
7	<i>Corixidae</i>	5
8	<i>Notonectidae</i>	5
9	<i>Hyaellidae</i>	7
10	<i>Dugesiidae</i>	6
11	<i>Glossiphonidae</i>	4
12	<i>Lumbricidae</i>	0
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL		58

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-86: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Sitio	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
7B	58	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

- Análisis del periodo
- Por sitio de visita

-Punto 7B1 del 14/10/2022-23/06/2023

Para el análisis del periodo del sitio de visita 7B1 se identificó que según el índice BMWP/COL, existió un total de 59 puntos (ver Tabla 4-87) este valor se encontró dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad dudosa y siendo aguas moderadamente contaminadas (ver Tabla 4-88).

Tabla 4-87: Cálculo del índice BMWP/Col de acuerdo al análisis del periodo para el sitio de visita 7B1

Número de familias	Familia	BMWP/COL
		7B1
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshmidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Chironomidae</i>	2
5	<i>Corixidae</i>	5
6	<i>Notonectidae</i>	5
7	<i>Hyaellidae</i>	7
8	<i>Dugesiidae</i>	6
9	<i>Glossiphonidae</i>	4
10	<i>Hydridae</i>	4
11	<i>Lumbricidae</i>	0
12	<i>Tubificidae</i>	1
13	<i>Physidae</i>	3
14	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL		59

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-88: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Sitio	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
7B1	59	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Punto 7B2 del 14/10/2022-23/06/2023

Para el análisis del periodo del sitio de visita 7B2 se identificó que según el índice BMWP/COL, existió un total de 59 puntos (ver Tabla 4-89) este valor se encontró dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad dudosa y siendo aguas moderadamente contaminadas (ver Tabla 4-90).

Tabla 4-89: Cálculo del índice BMWP/Col de acuerdo al análisis del periodo para el sitio de visita 7B2

Número de familias	Familia	BMWP/COL
		7B2
1	<i>Dytiscidae</i>	0
2	<i>Coenagrionidae</i>	7
3	<i>Aeshnidae</i>	6
4	<i>Empididae</i>	4
5	<i>Chironomidae</i>	2
6	<i>Corixidae</i>	5
7	<i>Notonectidae</i>	5
8	<i>Hyalellidae</i>	7
9	<i>Dugessiidae</i>	6
10	<i>Glossiphonidae</i>	4
11	<i>Hydriidae</i>	4
12	<i>Lumbricidae</i>	0
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL		59

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-90: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Sitio	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
7B2	59	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Punto 7B3 del 14/10/2022-23/06/2023

Para el análisis del periodo del sitio de visita 7B3 se identificó que según el índice BMWP/COL, existió un total de 62 puntos (ver Tabla 4-91) este valor se encontró dentro del rango para la clase II, es decir con una calidad aceptable y siendo aguas ligeramente contaminadas (ver Tabla 4-92).

Tabla 4-91: Cálculo del índice BMWP/Col de acuerdo al análisis del periodo para el sitio de visita 7B2

Número de familias	Familia	BMWP/COL
		7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshmidae</i>	6
3	<i>Hidrophilidae</i>	3
4	<i>Limoniidae</i>	0
5	<i>Culicidae</i>	2
6	<i>Syrphidae</i>	2
7	<i>Empididae</i>	4
8	<i>Chironomidae</i>	2
9	<i>Corixidae</i>	5
10	<i>Notonectidae</i>	5
11	<i>Hyaellidae</i>	7
12	<i>Dugesiidae</i>	6
13	<i>Glossiphonidae</i>	4
14	<i>Lumbricidae</i>	0
15	<i>Tubificidae</i>	1
16	<i>Physidae</i>	3
17	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL		62

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-92: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Sitio	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
7B3	62	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Del 14/10/2022 al 23/06/2023 (Global por laguna)

Los valores obtenidos dentro del análisis del periodo por todos los monitoreos realizados, se determinó que dentro del índice de BMWP/COL se obtuvo un total de 66 puntos (ver Tabla 4-93) este valor se encontró dentro del rango para la clase II, es decir con una calidad aceptable y siendo aguas ligeramente contaminadas (ver Tabla 4-94).

Tabla 4-93: Cálculo de BMWP/COL para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3)

N°	Familia	BMWP/COL
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Limoniidae</i>	0
5	<i>Culicidae</i>	2
6	<i>Chironomidae</i>	2
7	<i>Hydrophilidae</i>	3
8	<i>Corixidae</i>	5
9	<i>Notonectidae</i>	5
10	<i>Hyaellidae</i>	7
11	<i>Dugessiidae</i>	6
12	<i>Glossiphonidae</i>	4
13	<i>Hydriidae</i>	4
14	<i>Lumbricidae</i>	0
15	<i>Tubificidae</i>	1
16	<i>Physidae</i>	3
17	<i>Planorbidae</i>	5
18	<i>Syrphidae</i>	2
19	<i>Dytiscidae</i>	0
Total		66

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-94: Calidad del agua según índice BMWP/COL

Área de estudio	Resultado BMWP/COL	Calidad	Significado
Laguna de Colta	66	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

4.2.3.2 Índice ASPT

- Análisis por fecha
- Por sitio

-Análisis de la línea base para la fecha: 14/10/2022

Con lo que respecta al cálculo ASPT, siendo el mismo consecutivo al resultado del BMWP/COL se determinó que la calidad del agua para los sitios de visita (7B1=2,765) y (7B2=2,647) (ver Tabla 4-95) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase VI, es decir con una calidad muy crítica y siendo aguas fuertemente contaminadas. Para el sitio de visita 7B3 presentó el siguiente valor (7B3=3,294) (ver Tabla 4-95) este valor se encuentra dentro del rango V, es decir dentro de una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-96).

Tabla 4-95: Cálculo del índice de ASPT por fecha de monitoreo

N°	Familia	Sitios de visita					
		7B1	ASPT	7B2	ASPT	7B3	ASPT
1	<i>Coenagrionidae</i>			191	7	92	7
2	<i>Aeshnidae</i>	1	6	5	6	21	6
3	<i>Empididae</i>					4	4
4	<i>Limoniidae</i>					1	0
5	<i>Culicidae</i>					10	2
6	<i>Chironomidae</i>	73	2	204	2	29	2
7	<i>Hydrophilidae</i>					8	3
8	<i>Corixidae</i>	44	5	57	5	57	7
9	<i>Notonectidae</i>	1	5	1	7	4	5
10	<i>Hyaellidae</i>	1392	7	174	5	2104	5
11	<i>Dugessiidae</i>	16	6			4	6
12	<i>Glossiphonidae</i>	3	4				
13	<i>Hydriidae</i>	12	4	2	4		
14	<i>Lumbricidae</i>	27	0				
15	<i>Tubificidae</i>			105	1	550	1
16	<i>Physidae</i>	607	3	75	3	20	3
17	<i>Planorbidae</i>	272	5	1	5	265	5
TOTAL		2448		815		3169	
TOTAL BMWP/COL			47		45		56
TOTAL ASPT			2,765		2,647		3,294

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-96: Calidad del agua según índice ASPT

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B1	2,765	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
7B2	2,647		
7B3	3,294	Crítica	Aguas muy contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 1 para la fecha: 20/01/2023

Con lo que respecta al cálculo ASPT, siendo el mismo consecutivo al resultado del BMWP/COL se determinó que la calidad del agua para los tres sitios de visita (7B1=3,067), (7B2=3,400) y (7B3=3,333) (ver Tabla 4-97) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-98).

Tabla 4-97: Cálculo del índice de ASPT por fecha de monitoreo

N°	Familia	Sitios de visita					
		7B1	ASPT	7B2	ASPT	7B3	ASPT
1	<i>Coenagrionidae</i>	61	7	15	7	102	7
2	<i>Aeshmidae</i>	1	6	2	6	18	6
3	<i>Culicidae</i>					2	2
4	<i>Chironomidae</i>	610	2	126	2	45	2
5	<i>Hidrophilidae</i>					1	3
6	<i>Corixidae</i>	179	5	38	5	83	5
7	<i>Notonectidae</i>			20	5	108	5
8	<i>Hyaellidae</i>	3573	7	382	7	165	7
9	<i>Dugessiidae</i>	25	6	16	6		
10	<i>Glossiphonidae</i>	5	4			2	4
11	<i>Hydridae</i>			2	4		
12	<i>Lumbricidae</i>	114	0	38	0	57	0
13	<i>Tubificidae</i>	161	1	95	1	50	1
14	<i>Physidae</i>	365	3	215	3	10	3
15	<i>Planorbidae</i>	80	5	8	5	32	5
TOTAL		5174		957		675	
TOTAL BMWP/COL			46		51		50
TOTAL ASPT			3,067		3,400		3,333

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-98: Calidad del agua según índice ASPT

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B1	3,067	Crítica	Aguas muy contaminadas
7B2	3,400		
7B3	3,333		

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 2 para la fecha: 14/04/2023

Con lo que respecta al cálculo ASPT, siendo el mismo consecutivo al resultado del BMWP/COL se determinó que la calidad del agua para los tres sitios de visita (7B1=3,333), (7B2=3,333) y (7B3=3,733) (ver Tabla 4-99) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-100).

Tabla 4-99: Cálculo del índice de ASPT por fecha de monitoreo

N°	Familia	Sitios de visita					
		7B1	ASPT	7B2	ASPT	7B3	ASPT
1	<i>Coenagrionidae</i>	18	7	20	7	28	7
2	<i>Aeshmidae</i>	6	6	6	6	20	6
3	<i>Empididae</i>	4	4	3	4		
4	<i>Syrphidae</i>					4	2
5	<i>Chironomidae</i>	72	2	282	2	198	2
6	<i>Hidrophilidae</i>					4	3
7	<i>Corixidae</i>	182	5	500	5	134	5
8	<i>Notonectidae</i>					4	5
9	<i>Hyaellidae</i>	662	7	1344	7	905	7
10	<i>Dugessiidae</i>	26	6	40	6	5	6

N°	Familia	Sitios de visita					
		7B1	ASPT	7B2	ASPT	7B3	ASPT
11	<i>Glossiphonidae</i>	3	4	2	4	10	4
12	<i>Lumbricidae</i>	16	0			238	0
13	<i>Tubificidae</i>	35	1	55	1	788	1
14	<i>Physidae</i>	209	3	272	3	46	3
15	<i>Planorbidae</i>	71	5	8	5	221	5
TOTAL		1304		2532		2605	
TOTAL BMWP/COL			50		50		56
TOTAL ASPT			3,333		3,333		3,733

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-100: Calidad del agua según índice ASPT

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B1	3,333	Crítica	Aguas muy contaminadas
7B2	3,333		
7B3	3,733		

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 3 para la fecha: 23/06/2023

Con lo que respecta al cálculo ASPT, siendo el mismo consecutivo al resultado del BMWP/COL se determinó que la calidad del agua para los tres sitios de visita (7B1=3,400), (7B2=3,400) y (7B3=3,867) (ver Tabla 4-101) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-102).

Tabla 4-101: Cálculo del índice de ASPT por fecha de monitoreo

N°	Familia	Sitios de visita					
		7B1	ASPT	7B2	ASPT	7B3	ASPT
1	<i>Coenagrionidae</i>	71	7	94	7	30	7
2	<i>Aeshnidae</i>	30	6	49	6	23	6
3	<i>Empididae</i>			42	4	3	4
4	<i>Chironomidae</i>	163	2	455	2	87	2
5	<i>Dytiscidae</i>			3	0		
6	<i>Hidrophilidae</i>					5	3
7	<i>Corixidae</i>	4	5	160	5	84	5
8	<i>Notonectidae</i>	25	5	28	5	3	5
9	<i>Hyaellidae</i>	4524	7	1370	7	870	7
10	<i>Dugessiidae</i>	14	6	39	6	3	6
11	<i>Glossiphonidae</i>	2	4			7	4
12	<i>Lumbricidae</i>			8	0	368	0
13	<i>Tubificidae</i>	341	1	57	1	201	1
14	<i>Physidae</i>	98	3	102	3	30	3
15	<i>Planorbidae</i>	17	5	3	5	101	5
TOTAL		5289		2410		1815	
TOTAL BMWP/COL			51		51		58
TOTAL ASPT			3,400		3,400		3,867

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-102: Calidad del agua según índice ASPT

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B1	3,400	Crítica	Aguas muy contaminadas
7B2	3,400		
7B3	4,867		

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

- Por conjunto de sitios

-Línea base

Dentro del análisis ASPT por el conjunto de sitios para línea base, se determinó un valor de 3,765 (ver Tabla 4-103) este valor se encuentra dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-104).

Tabla 4-103: Cálculo del índice de ASPT por el conjunto de sitios para línea base

N°	Familia	ASPT
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Limoniidae</i>	0
5	<i>Culicidae</i>	2
6	<i>Chironomidae</i>	2
7	<i>Hydrophilidae</i>	3
8	<i>Corixidae</i>	5
9	<i>Notonectidae</i>	5
10	<i>Hyaellidae</i>	7
11	<i>Dugesiidae</i>	6
12	<i>Glossiphonidae</i>	4
13	<i>Hydriidae</i>	4
14	<i>Lumbricidae</i>	0
15	<i>Tubificidae</i>	1
16	<i>Physidae</i>	3
17	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL BMWP/COL		64
TOTAL ASPT		3,765

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-104: Calidad del agua según índice ASPT

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B	3,765	Crítica	Aguas muy contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 1

Dentro del análisis ASPT por el conjunto de sitios para el monitoreo 1, se determinó un valor de 4,000 (ver Tabla 4-105) este valor se encuentra dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-106).

Tabla 4-105: Cálculo del índice de ASPT por el conjunto de sitios para monitoreo 1

N°	Familia	ASPT
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Culicidae</i>	2
4	<i>Chironomidae</i>	2
5	<i>Hidrophilidae</i>	3
6	<i>Corixidae</i>	5
7	<i>Notonectidae</i>	5
8	<i>Hyaellidae</i>	7
9	<i>Dugessiidae</i>	6
10	<i>Glossiphonidae</i>	4
11	<i>Hydridae</i>	4
12	<i>Lumbricidae</i>	0
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL BMWP/COL		60
TOTAL ASPT		4,000

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-106: Calidad del agua según índice ASPT

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B	4,000	Crítica	Aguas muy contaminadas

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Monitoreo 2

Dentro del análisis ASPT por el conjunto de sitios para monitoreo 2, se determinó un valor de 4,000 (ver Tabla 4-107) este valor se encuentra dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-108).

Tabla 4-107: Cálculo del índice de ASPT por el conjunto de sitios para monitoreo 2

N°	Familia	ASPT
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Syrphidae</i>	2
5	<i>Chironomidae</i>	2
6	<i>Hidrophilidae</i>	3
7	<i>Corixidae</i>	5
8	<i>Notonectidae</i>	5
9	<i>Hyaellidae</i>	7
10	<i>Dugessiidae</i>	6
11	<i>Glossiphonidae</i>	4

N°	Familia	ASPT
12	<i>Lumbricidae</i>	0
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL BMWP/COL		60
TOTAL ASPT		4,000

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-108: Calidad del agua según índice ASPT

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B	4,000	Crítica	Aguas muy contaminadas

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Monitoreo 3

Dentro del análisis ASPT por el conjunto de sitios para monitoreo 3, se determinó un valor de 3,867 (ver Tabla 4-109) este valor se encuentra dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-110).

Tabla 4-109: Cálculo del índice de ASPT por el conjunto de sitios para monitoreo 3

N°	Familia	ASPT
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Chironomidae</i>	2
5	<i>Dytiscidae</i>	0
6	<i>Hidrophilidae</i>	3
7	<i>Corixidae</i>	5
8	<i>Notonectidae</i>	5
9	<i>Hyalellidae</i>	7
10	<i>Dugessiidae</i>	6
11	<i>Glossiphonidae</i>	4
12	<i>Lumbricidae</i>	0
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL BMWP/COL		58
TOTAL ASPT		3,867

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-110: Calidad del agua según índice ASPT

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B	3,867	Crítica	Aguas muy contaminadas

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Análisis del periodo
- Por sitio de visita

-Punto 7B1 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Dentro del análisis del periodo por el sitio de visita 7B1 se determinó en base al índice ASPT un valor de 4,214 (ver Tabla 4-111) este valor se encuentra dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-112).

Tabla 4-111: Cálculo del índice ASPT para el análisis del periodo para el sitio de visita 7B1

N°	Familia	ASPT
		7B1
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Chironomidae</i>	2
5	<i>Corixidae</i>	5
6	<i>Notonectidae</i>	5
7	<i>Hyalellidae</i>	7
8	<i>Dugessiidae</i>	6
9	<i>Glossiphonidae</i>	4
10	<i>Hydridae</i>	4
11	<i>Lumbricidae</i>	0
12	<i>Tubificidae</i>	1
13	<i>Physidae</i>	3
14	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL BMWP/COL		59
TOTAL ASPT		4,214

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-112: Calidad del agua según índice ASPT

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B1	4,214	Crítica	Aguas muy contaminadas

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Punto 7B2 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Dentro del análisis del periodo por el sitio de visita 7B2 se determinó en base al índice ASPT un valor de 3,933 (ver Tabla 4-113) este valor se encuentra dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-114).

Tabla 4-113: Cálculo del índice ASPT para el análisis del periodo para el sitio de visita 7B2

N°	Familia	ASPT
		7B1
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Dytiscidae</i>	0
3	<i>Aeshnidae</i>	6
4	<i>Empididae</i>	4
5	<i>Chironomidae</i>	2
6	<i>Corixidae</i>	5
7	<i>Notonectidae</i>	5
8	<i>Hyalellidae</i>	7
9	<i>Dugessiidae</i>	6
10	<i>Glossiphonidae</i>	4
12	<i>Hydriidae</i>	4
12	<i>Lumbricidae</i>	0
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL BMWP/COL		59
TOTAL ASPT		3,933

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-114: Calidad del agua según índice ASPT

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B2	3,933	Crítica	Aguas muy contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Punto 7B3 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Dentro del análisis del periodo por el sitio de visita 7B3 se determinó en base al índice ASPT un valor de 3,647 (ver Tabla 4-115) este valor se encuentra dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-116).

Tabla 4-115: Cálculo del índice ASPT para el análisis del periodo para el sitio de visita 7B3

N°	Familia	ASPT
		7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Hidrophilidae</i>	3
4	<i>Limoniidae</i>	0
5	<i>Culicidae</i>	2
6	<i>Syrphidae</i>	2
7	<i>Empididae</i>	4
8	<i>Chironomidae</i>	2
9	<i>Corixidae</i>	5
10	<i>Notonectidae</i>	5
11	<i>Hyalellidae</i>	7
12	<i>Dugessiidae</i>	6
13	<i>Glossiphonidae</i>	4
14	<i>Lumbricidae</i>	0
15	<i>Tubificidae</i>	1
16	<i>Physidae</i>	3
17	<i>Planorbidae</i>	5
TOTAL BMWP/COL		62

N°	Familia	ASPT
		7B3
TOTAL ASPT		3,647

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-116: Calidad del agua según índice ASPT

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B3	3,647	Crítica	Aguas muy contaminadas

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Por conjunto de sitios

-Del 14/10/2022 al 23/06/2023 (Global por laguna)

Dentro del análisis ASPT por el periodo, se determinó un valor de 3,474 (ver Tabla 4-117) este valor se encontró dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad crítica y siendo aguas muy contaminadas (ver Tabla 4-118).

Tabla 4-117: Cálculo de ASPT para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3)

N°	Familia	ASPT
1	<i>Coenagrionidae</i>	7
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Limoniidae</i>	0
5	<i>Culicidae</i>	2
6	<i>Chironomidae</i>	2
7	<i>Hydrophilidae</i>	3
8	<i>Corixidae</i>	5
9	<i>Notonectidae</i>	5
10	<i>Hyaellidae</i>	7
11	<i>Dugessiidae</i>	6
12	<i>Glossiphonidae</i>	4
13	<i>Hydriidae</i>	4
14	<i>Lumbricidae</i>	0
15	<i>Tubificidae</i>	1
16	<i>Physidae</i>	3
17	<i>Planorbidae</i>	5
18	<i>Syrphidae</i>	2
19	<i>Dytiscidae</i>	0
TOTAL BMWP/COL		66
TOTAL ASPT		3,474

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-118: Calidad del agua según índice ASPT

Área de estudio	Resultado ASPT	Calidad	Significado
Laguna de Colta	3,474	Crítica	Aguas muy contaminadas

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

4.2.3.3 Índice ABI

- Análisis por fecha
- Por sitio

-Análisis de la línea base para la fecha: 14/10/2022

Para esta fecha de monitoreo se determinó el índice ABI obteniendo así que dentro de los tres sitios de visita (7B1=39 puntos), (7B2=37 puntos) y (7B3=55 puntos) (ver Tabla 4-119) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad moderada y siendo aguas contaminadas (ver Tabla 4-120).

Tabla 4-119: Cálculo del índice de ABI por fecha de monitoreo

N°	Familia	Sitios de visita					
		7B1	ABI	7B2	ABI	7B3	ABI
1	<i>Coenagrionidae</i>			191	6	92	6
2	<i>Aeshnidae</i>	1	6	5	6	21	6
3	<i>Empididae</i>					4	4
4	<i>Limoniidae</i>					1	4
5	<i>Culicidae</i>					10	2
6	<i>Chironomidae</i>	73	2	204	2	29	2
7	<i>Hydrophilidae</i>					8	3
8	<i>Corixidae</i>	44	5	57	5	57	5
9	<i>Notonectidae</i>	1	5	1	5	4	5
10	<i>Hyaellidae</i>	1392	6	174	6	2104	6
11	<i>Dugesiidae</i>	16	5			4	5
12	<i>Glossiphonidae</i>	3	3				
13	<i>Hydridae</i>	12	N/A	2	N/A		N/A
14	<i>Lumbricidae</i>	27	1				
15	<i>Tubificidae</i>			105	1	550	1
16	<i>Physidae</i>	607	3	75	3	20	3
17	<i>Planorbidae</i>	272	3	1	3	265	3
TOTAL		2448		815		3169	
TOTAL ABI			39		37		55

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-120: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B1	39	Moderado	Aguas contaminadas
7B2	37		
7B3	55		

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 1 para la fecha: 20/01/2023

Para esta fecha de monitoreo se determinó, el índice ABI obteniendo así que dentro de los tres sitios de visita (7B1=41 puntos), (7B2=46 puntos) y (7B3=55 puntos) (ver Tabla 4-121) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad moderada y siendo aguas contaminadas (ver Tabla 4-122).

Tabla 4-121: Cálculo del índice de ABI por fecha de monitoreo

Orden	Familia	Sitios de visita					
		7B1	ABI	7B2	ABI	7B3	ABI
1	<i>Coenagrionidae</i>	61	6	15	6	102	6
2	<i>Aeshnidae</i>	1	6	2	6	18	6
3	<i>Culicidae</i>					2	2
4	<i>Chironomidae</i>	610	2	126	2	45	2
5	<i>Hidrophilidae</i>					1	3
6	<i>Corixidae</i>	179	5	38	5	83	5
7	<i>Notonectidae</i>			20	5	108	5
8	<i>Hyaletellidae</i>	3573	6	382	6	165	6
9	<i>Dugessiidae</i>	25	5	16	5		
10	<i>Glossiphonidae</i>	5	3			2	3
11	<i>Hydridae</i>		N/A	2	N/A		N/A
12	<i>Lumbricidae</i>	114	1	38	1	57	1
13	<i>Tubificidae</i>	161	1	95	1	50	1
14	<i>Physidae</i>	365	3	215	3	10	3
15	<i>Planorbidae</i>	80	3	8	3	32	3
TOTAL		5174		957		675	
TOTAL ABI			41		43		46

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-122: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B1	41	Moderado	Aguas contaminadas
7B2	43		
7B3	46		

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Análisis del monitoreo 2 para la fecha: 14/04/2023

Para esta fecha de monitoreo se determinó el índice ABI obteniendo así que dentro de los tres sitios de visita (7B1=45 puntos), (7B2=44 puntos) y (7B3=50 puntos) (ver Tabla 4-123) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad moderada y siendo aguas contaminadas (ver Tabla 4-124).

Tabla 4-123: Cálculo del índice de ABI por fecha de monitoreo

Orden	Familia	Sitios de visita					
		7B1	ABI	7B2	ABI	7B3	ABI
1	<i>Coenagrionidae</i>	18	6	20	6	28	6
2	<i>Aeshnidae</i>	6	6	6	6	20	6
3	<i>Empididae</i>	4	4	3	4		
4	<i>Syrphidae</i>					4	1

Orden	Familia	Sitios de visita					
		7B1	ABI	7B2	ABI	7B3	ABI
5	<i>Chironomidae</i>	72	2	282	2	198	2
6	<i>Hidrophilidae</i>					4	3
7	<i>Corixidae</i>	182	5	500	5	134	5
8	<i>Notonectidae</i>					4	5
9	<i>Hyaellidae</i>	662	6	1344	6	905	6
10	<i>Dugessiidae</i>	26	5	40	5	5	5
11	<i>Glossiphonidae</i>	3	3	2	3	10	3
12	<i>Lumbricidae</i>	16	1			238	1
13	<i>Tubificidae</i>	35	1	55	1	788	1
14	<i>Physidae</i>	209	3	272	3	46	3
15	<i>Planorbidae</i>	71	3	8	3	221	3
TOTAL		1304		2532		2605	
TOTAL ABI			45		44		50

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-124: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B1	45	Moderado	Aguas contaminadas
7B2	44		
7B3	50		

Realizado por: Rodriguez, E., 2024

-Análisis del monitoreo 3 para la fecha: 23/06/2023

Para esta fecha de monitoreo se determinó el índice ABI obteniendo así que dentro de los tres sitios de visita (7B1=45 puntos), (7B2=50 puntos) y (7B3=53 puntos) (ver Tabla 4-125) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad moderada y siendo aguas contaminadas (ver Tabla 4-126).

Tabla 4-125: Cálculo del índice de ABI por fecha de monitoreo

Orden	Familia	Sitios de visita					
		7B1	ABI	7B2	ABI	7B3	ABI
1	<i>Coenagrionidae</i>	71	6	94	6	30	6
2	<i>Aeshnidae</i>	30	6	49	6	23	6
3	<i>Empididae</i>			42	4	3	4
4	<i>Chironomidae</i>	163	2	455	2	87	2
5	<i>Dytiscidae</i>			3	3		
6	<i>Hidrophilidae</i>					5	3
7	<i>Corixidae</i>	4	5	160	5	84	5
8	<i>Notonectidae</i>	25	5	28	5	3	5
9	<i>Hyaellidae</i>	4524	6	1370	6	870	6
10	<i>Dugessiidae</i>	14	5	39	5	3	5
11	<i>Glossiphonidae</i>	2	3			7	3
12	<i>Lumbricidae</i>			8	1	368	1
13	<i>Tubificidae</i>	341	1	57	1	201	1
14	<i>Physidae</i>	98	3	102	3	30	3
15	<i>Planorbidae</i>	17	3	3	3	101	3
TOTAL		5289		2410		1815	
TOTAL ABI			45		50		53

Realizado por: Rodriguez, E., 2024

Tabla 4-126: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ASPT	Calidad	Significado
7B1	45	Moderado	Aguas contaminadas
7B2	50		
7B3	53		

Realizado por: Rodríguez, E., 2024

- Por conjunto de sitios

-Línea base

Para el análisis por conjunto de sitios para línea base se determinó el índice ABI, obteniendo un total de 59 puntos (ver Tabla 4-127) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad moderada y siendo aguas contaminadas (ver Tabla 4-128).

Tabla 4-127: Cálculo del índice de ABI por conjunto de sitios para línea base

N°	Familia	ABI
1	<i>Coenagrionidae</i>	6
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Limoniidae</i>	4
5	<i>Culicidae</i>	2
6	<i>Chironomidae</i>	2
7	<i>Hydrophilidae</i>	3
8	<i>Corixidae</i>	5
9	<i>Notonectidae</i>	5
10	<i>Hyaellidae</i>	6
11	<i>Dugesiidae</i>	5
12	<i>Glossiphonidae</i>	3
13	<i>Hydriidae</i>	N/A
14	<i>Lumbricidae</i>	1
15	<i>Tubificidae</i>	1
16	<i>Physidae</i>	3
17	<i>Planorbidae</i>	3
TOTAL		59

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-128: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ABI	Calidad	Significado
7B	59	Moderado	Aguas contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 1

Para el análisis por conjunto de sitios para línea base se determinó el índice ABI, obteniendo un total de 51 puntos (ver Tabla 4-129) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad moderada y siendo aguas contaminadas (ver Tabla 4-130).

Tabla 4-129: Cálculo del índice de ABI por conjunto de sitios para monitoreo 1

Orden	Familia	ABI
1	<i>Coenagrionidae</i>	6
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Culicidae</i>	2
4	<i>Chironomidae</i>	2
5	<i>Hidrophilidae</i>	3
6	<i>Corixidae</i>	5
7	<i>Notonectidae</i>	5
8	<i>Hyaellidae</i>	6
9	<i>Dugesiidae</i>	5
10	<i>Glossiphonidae</i>	3
11	<i>Hydridae</i>	N/A
12	<i>Lumbricidae</i>	1
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	3
TOTAL		51

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-130: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ABI	Calidad	Significado
7B	51	Moderado	Aguas contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 2

Para el análisis por conjunto de sitios para línea base se determinó el índice ABI, obteniendo un total de 54 puntos (ver Tabla 4-131) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad moderada y siendo aguas contaminadas (ver Tabla 4-132).

Tabla 4-131: Cálculo del índice de ABI por conjunto de sitios para monitoreo 2

Orden	Familia	ABI
1	<i>Coenagrionidae</i>	6
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Syrphidae</i>	1
5	<i>Chironomidae</i>	2

Orden	Familia	ABI
6	<i>Hidrophilidae</i>	3
7	<i>Corixidae</i>	5
8	<i>Notonectidae</i>	5
9	<i>Hyaellidae</i>	6
10	<i>Dugessiidae</i>	5
11	<i>Glossiphonidae</i>	3
12	<i>Lumbricidae</i>	1
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	3
TOTAL		54

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-132: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ABI	Calidad	Significado
7B	54	Moderado	Aguas contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Monitoreo 3

Para el análisis por conjunto de sitios para línea base se determinó el índice ABI, obteniendo un total de 54 puntos (ver Tabla 4-133) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad moderada y siendo aguas contaminadas (ver Tabla 4-134).

Tabla 4-133: Cálculo del índice de ABI por conjunto de sitios para monitoreo 3

Orden	Familia	ABI
1	<i>Coenagrionidae</i>	6
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Chironomidae</i>	2
5	<i>Dytiscidae</i>	3
6	<i>Hidrophilidae</i>	3
7	<i>Corixidae</i>	5
8	<i>Notonectidae</i>	5
9	<i>Hyaellidae</i>	6
10	<i>Dugessiidae</i>	5
11	<i>Glossiphonidae</i>	3
12	<i>Lumbricidae</i>	1
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	3
TOTAL		56

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-134: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ABI	Calidad	Significado
7B	56	Moderado	Aguas contaminadas

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Análisis del periodo
- Por sitio de visita

-Punto 7B1 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Para el análisis del periodo por el sitio de visita 7B1 se determinó que en base al índice ABI, se obtuvo un total de 50 puntos (ver Tabla 4-135) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad moderada y siendo aguas contaminadas (ver Tabla 4-136).

Tabla 4-135: Cálculo del índice ABI para el sitio de visita 7B1 por el periodo

Número de familias	Familia	ABI
		7B1
1	<i>Coenagrionidae</i>	6
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Chironomidae</i>	2
5	<i>Corixidae</i>	5
6	<i>Notonectidae</i>	5
7	<i>Hyalellidae</i>	6
8	<i>Dugesiidae</i>	5
9	<i>Glossiphonidae</i>	3
10	<i>Hydriidae</i>	0
11	<i>Lumbricidae</i>	1
12	<i>Tubificidae</i>	1
13	<i>Physidae</i>	3
14	<i>Planorbidae</i>	3
TOTAL		50

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-136: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ABI	Calidad	Significado
7B1	50	Moderado	Aguas contaminadas

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

-Punto 7B2 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Para el análisis del periodo por el sitio de visita 7B2 se determinó que en base al índice ABI, se obtuvo un total de 53 puntos (ver Tabla 4-137) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad moderada y siendo aguas contaminadas (ver Tabla 4-138).

Tabla 4-137: Cálculo del índice ABI para el sitio de visita 7B2 por el periodo

Número de familias	Familia	ABI
		7B2
1	<i>Dytiscidae</i>	3
2	<i>Coenagrionidae</i>	6
3	<i>Aeshnidae</i>	6
4	<i>Empididae</i>	4
5	<i>Chironomidae</i>	2
6	<i>Corixidae</i>	5
7	<i>Notonectidae</i>	5
8	<i>Hyaellidae</i>	6
9	<i>Dugessiidae</i>	5
10	<i>Glossiphonidae</i>	3
11	<i>Hydridae</i>	0
12	<i>Lumbricidae</i>	1
13	<i>Tubificidae</i>	1
14	<i>Physidae</i>	3
15	<i>Planorbidae</i>	3
TOTAL		53

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-138: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ABI	Calidad	Significado
7B2	53	Moderado	Aguas contaminadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

-Punto 7B3 del 14/10/2022 al 23/06/2023

Para el análisis del periodo por el sitio de visita 7B3 se determinó que en base al índice ABI, se obtuvo un total de 54 puntos (ver Tabla 4-139) estos valores se encontraron dentro del rango para la clase III, es decir con una calidad moderada y siendo aguas contaminadas (ver Tabla 4-140).

Tabla 4-139: Cálculo del índice ABI para el sitio de visita 7B3 por el periodo

N°	Familia	ABI
		7B3
1	<i>Coenagrionidae</i>	6
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Hidrophilidae</i>	3
4	<i>Limoniidae</i>	4
5	<i>Culicidae</i>	2
6	<i>Syrphidae</i>	1
7	<i>Empididae</i>	4
8	<i>Chironomidae</i>	2
9	<i>Corixidae</i>	5
10	<i>Notonectidae</i>	5
11	<i>Hyaellidae</i>	6
12	<i>Dugessiidae</i>	5
13	<i>Glossiphonidae</i>	3
14	<i>Lumbricidae</i>	1
15	<i>Tubificidae</i>	1
16	<i>Physidae</i>	3
17	<i>Planorbidae</i>	3
TOTAL		54

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

Tabla 4-140: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ABI	Calidad	Significado
7B3	54	Moderado	Aguas contaminadas

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Por conjunto de sitios

- Del 14/10/2022 al 23/06/2023 (Global por laguna)

Dentro del análisis ABI por el periodo, se determinó un valor de 63 puntos (ver Tabla 4-141) este valor se encontró dentro del rango para la clase V, es decir con una calidad buena y siendo aguas ligeramente contaminadas (ver Tabla 4-142).

Tabla 4-141: Cálculo de ABI para el periodo de monitoreo (LB, M1, M2, M3)

N°	Familia	ABI
1	<i>Coenagrionidae</i>	6
2	<i>Aeshnidae</i>	6
3	<i>Empididae</i>	4
4	<i>Limoniidae</i>	4
5	<i>Culicidae</i>	2
6	<i>Chironomidae</i>	2
7	<i>Hydrophilidae</i>	3
8	<i>Corixidae</i>	5
9	<i>Notonectidae</i>	5
10	<i>Hyalellidae</i>	6
11	<i>Dugessiidae</i>	5
12	<i>Glossiphonidae</i>	3
13	<i>Hydridae</i>	0
14	<i>Lumbricidae</i>	1
15	<i>Tubificidae</i>	1
16	<i>Physidae</i>	3
17	<i>Planorbidae</i>	3
18	<i>Syrphidae</i>	1
19	<i>Dytiscidae</i>	3
TOTAL		63

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

Tabla 4-142: Calidad del agua según índice ABI

Sitio de visita	Resultado ABI	Calidad	Significado
Laguna de Colta	63	Buena	Aguas ligeramente contaminadas

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

4.3 Formular medidas de manejo ambiental para conservar y aprovechar el atractivo turístico laguna de Colta

4.3.1 Análisis de amenazas del objeto de conservación

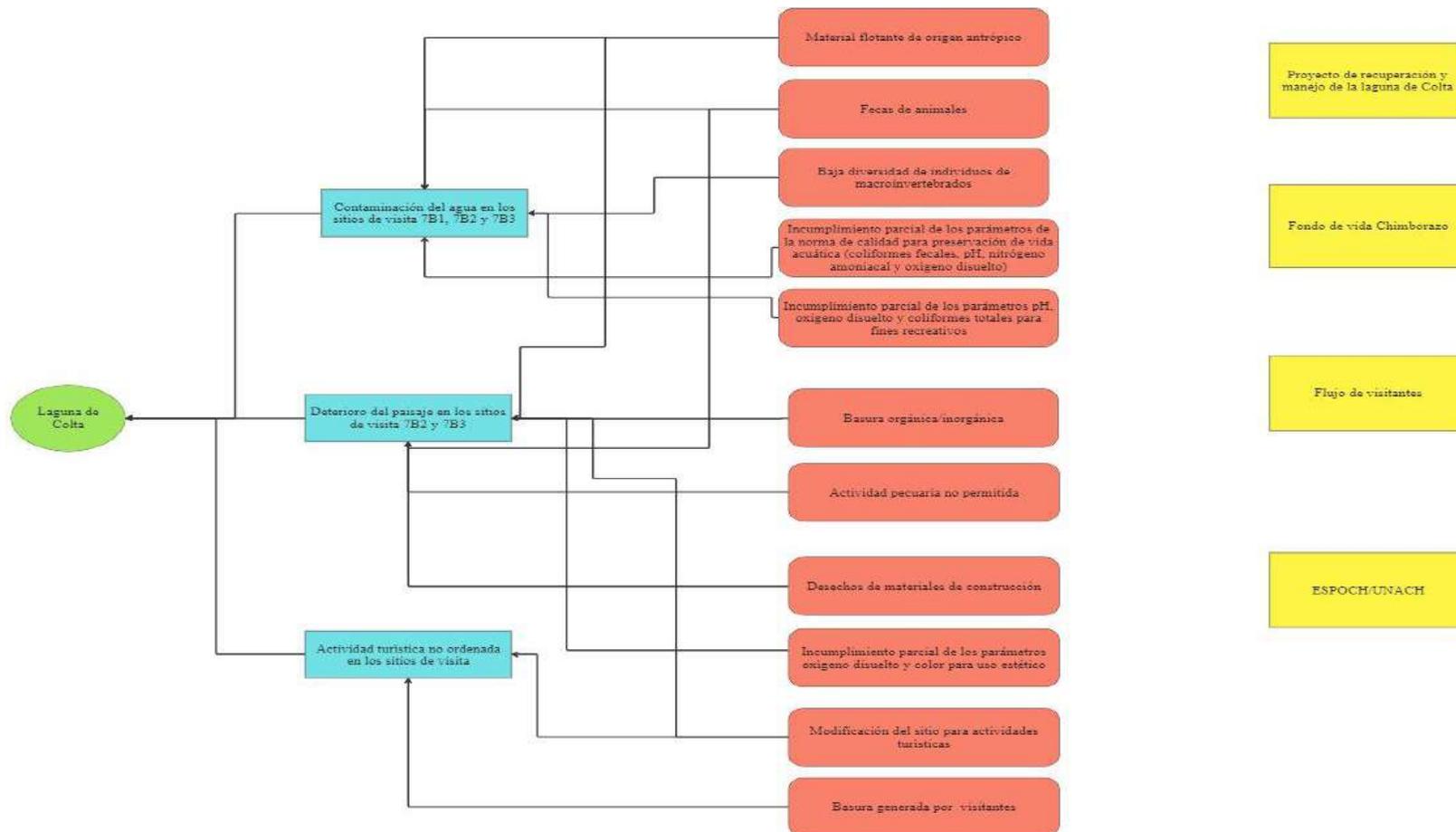


Ilustración 4-24: Análisis de amenazas directas, amenazas indirectas y oportunidades

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

4.3.2 Identificación de estrategias para el objeto de conservación

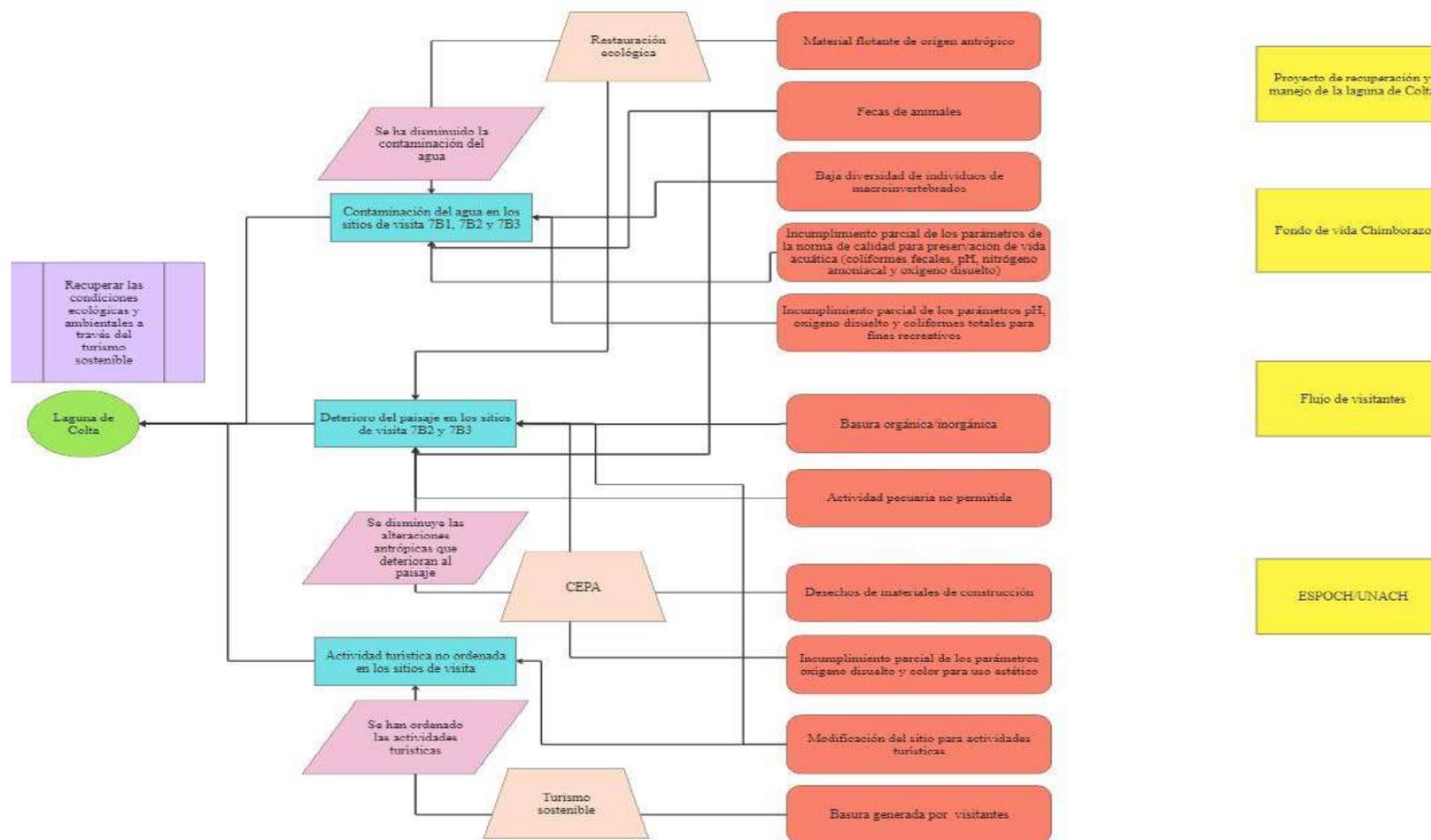


Ilustración 4-25: Definición de objetivos, estrategias y resultados según el análisis de amenazas del objeto de conservación

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

4.3.3 Consolidación de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación

A partir de la identificación de las estrategias para el manejo ambiental de la laguna de Colta, a continuación, se construyó una matriz estructurada con el nombre de las estrategias, objetivos de la estrategia y componentes (ver Tabla 4-147).

Tabla 4-143: Matriz de estrategias, objetivos y proyectos para la laguna de Colta

Plan: Manejo ambiental para el aprovechamiento y la conservación de la laguna de Colta		
Estrategias	Objetivos de la estrategia	Componentes
1. Comunicación, Educación, Participación Activa (CEPA)	Generar actitudes positivas en las comunidades aledañas sobre la importancia ecológica de la laguna de Colta	1.1 Diagnóstico de la situación socioambiental 1.2 Diseño de las estrategias para la educación ambiental 1.3 Ejecución de los talleres de educación ambiental 1.4 Evaluación y monitoreo de la estrategia
2. Turismo sostenible	Desarrollar un turismo ordenado dentro de los sitios de visita de la laguna de Colta	2.1 Diagnóstico de la situación actual del turismo 2.2 Ordenamiento del desarrollo turístico del sitio 2.3 Generación de competencias en la población local 2.4 Concientización a visitantes 2.5 Adecuación de los sitios de visita 2.6 Evaluación y monitoreo de la estrategia
3. Restauración ecológica FASE 1	Recuperar las condiciones ecológicas de los sitios de visita de la laguna de Colta.	3.1 Diagnóstico de la situación ecológica 3.2 Definición de escenarios de restauración 3.3 Planteamiento de técnicas de restauración 3.4 Ejecución de las técnicas de restauración 3.5 Seguimiento y control de las técnicas aplicadas

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

4.3.4 Perfil de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación

- Nombre del programa

Educación ambiental sobre la importancia ecológica de la laguna de Colta

- Justificación

El deterioro del paisaje dentro de los sitios de visita es el resultado de la presencia de fecas de animales, basura orgánica e inorgánica, actividades pecuarias no permitidas, desechos de materiales de construcción y modificación del sitio para actividades turísticas. Estas presiones se ejecutan sobre el objeto de conservación debido al poco conocimiento sobre su importancia ecológica y la desvalorización del recurso.

Por tal motivo, para contrarrestar dichas amenazas indirectas se establece la implementación de una estrategia de educación ambiental, que involucre a la comunidad local en el desarrollo de actitudes de concientización ambiental, para que puedan valorar el recurso y comprender sobre su importancia en el ecosistema.

- Objetivos

Objetivo general

- Concientizar a la comunidad local sobre la importancia ecológica de la laguna Colta para conservar el recurso y generar actitudes positivas.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación socioambiental de la laguna de Colta con la finalidad de identificar su estado actual.
- Diseñar estrategias de educación ambiental hacia la comunidad local para la conservación de la laguna de Colta.
- Ejecutar los talleres de educación ambiental para la conservación de la laguna de Colta.
- Evaluar y monitorear los talleres de educación ambiental para la conservación de la laguna de Colta.

- Metas
 - Un diagnóstico socioambiental de la laguna de Colta realizado a finales del primer trimestre del año 1 del proyecto.
 - El diseño de una estrategia de educación ambiental que permita concientizar sobre la importancia ecológica de la laguna de Colta al término del segundo trimestre del año 1.
 - La comunidad local más cercana a la laguna de Colta ha sido concientizada al término del tercer trimestre del año 1.
 - Se ha monitoreado y evaluado en un 100% las actividades de educación ambiental planificadas a finales del cuarto trimestre del año 1.
- Estructura analítica marco lógico

Tabla 4-144: Matriz de marco lógico para la estrategia 1 de educación ambiental

Programa integrado:	Importancia ecológica de la laguna de Colta		
Duración del proyecto:	1 año		
Objetivos	Indicadores de verificación	Fuentes de verificación	Supuestos
FIN: Contribuir a la conservación de la laguna de Colta	A finales de año 1 se disminuye las actividades antrópicas que generan deterioro del paisaje dentro de los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3	Informes técnicos Registros audiovisuales	-
PROPÓSITO: Generar conciencia ambiental sobre la importancia ecológica de la laguna de Colta en la comunidad local	A finales del primer trimestre se ha diagnosticado la situación socioambiental de la laguna de Colta A finales del segundo trimestre se han diseñado en un 100% la estrategia de educación ambiental A finales del tercer trimestre se ha concientizado a la comunidad local	Informes técnicos por el diagnóstico levantado de la situación socioambiental Informes técnicos por el diseño de estrategias identificadas Informes técnicos de la estrategia de educación ambiental ejecutada Informes técnicos de la evaluación y monitoreo ejecutados	Existe participación activa por parte de la comuneros locales y entes gubernamentales (GAD Colta)

	A finales del cuarto trimestre se ha evaluado y monitoreado en un 100% las actividades de educación ambiental	Registro fotográfico Contratos realizados con los profesionales Facturas de compras de los insumos y materiales	
COMPONENTES: C1: Diagnóstico de la situación socioambiental	A finales del primer trimestre se ha diagnosticado la situación socioambiental de la laguna de Colta	-Informe técnico del diagnóstico de la situación socioambiental -Listado de participantes preliminares -Registro fotográfico -Salidas de campo	Existe colaboración técnica para el levantamiento de la información Disponibilidad de recursos económicos
C2: Diseño de las estrategias para la educación ambiental	A finales del segundo trimestre se han diseñado en un 100% las estrategias de educación ambiental A finales del segundo trimestre se cuenta con 1 informe técnico sobre las estrategias diseñadas	-Informe técnico de las estrategias planificadas -Registro fotográfico -Salidas de campo	Disponibilidad de recursos económicos Existe personal técnico suficiente
C3: Ejecución de los talleres de educación ambiental	A finales del tercer trimestre se ha concientizado a la comunidad local A finales del tercer trimestre se habrán ejecutado en un 100% los talleres de educación ambiental	-Listado de asistencia -Registro fotográfico -Presentación en <i>Power point</i> -Informe técnico de la ejecución de los talleres	Existen insumos suficientes para llevar a cabo los talleres Existen capacitadores expertos en el área Disponibilidad de recursos económicos La comunidad local participa de los talleres de educación ambiental
C4: Evaluación y monitoreo de la estrategia	A finales del cuarto trimestre se ha evaluado y monitoreado en un 100% las actividades de educación ambiental A finales del cuarto trimestre se cuenta con un	- Informe técnico de la evaluación -Informe técnico del monitoreo -Encuestas -Listado de participantes -Certificados de aprobación	La comunidad local forma parte de la evaluación Existe apoyo por parte del GAD de Colta

	informe técnico de resultados alcanzados en la educación ambiental		
ACTIVIDADES			PRESUPUESTO
1.1	Contratar a especialistas técnicos para el diagnóstico de la situación socioambiental (dos educadores ambientales por tres meses)		\$ 6.600,00
1.2	Salidas de campo con los especialistas técnicos para realizar el diagnóstico socioambiental		\$ 300,00
1.3	Identificar la situación social alrededor de la laguna de Colta		\$ 200,00
1.4	Identificar la situación ambiental alrededor de la laguna de Colta		\$ 200,00
1.5	Generar un informe de la condición socioambiental		\$ 150,00
1.6	Convocatoria de comunidades locales		\$ 200,00
1.7	Presentar resultados de la condición socioambiental a las comunidades locales		\$ 600,00
2.1	Contratar a especialistas técnicos para el diseño de las estrategias de educación ambiental (dos educadores ambientales por tres meses)		\$ 6.600,00
2.2	Definir objetivos de la estrategia de educación ambiental		\$ 150,00
2.3	Definir las estrategias de educación ambiental		\$ 200,00
2.4	Presentación de las estrategias de educación ambiental a las comunidades locales		\$ 600,00
2.5	Aprobación de las estrategias de educación ambiental por parte de la comunidad local y el GAD de Colta		\$ 400,00
2.6	Compra de insumos y materiales para el inicio de los talleres		\$ 700,00
3.1	Contratar a especialistas técnicos para la ejecución de los talleres de educación ambiental (dos educadores ambientales por tres meses)		\$ 6.600,00
3.2	Inicios del taller de educación ambiental para la conservación de la laguna de Colta		\$ 3.000,00
4.1	Compra de insumos y materiales para realizar la evaluación y monitoreo de la estrategia		\$ 700,00
4.2	Controlar la ejecución de los talleres de educación ambiental		\$ 2.000,00
4.3	Cierre de los talleres de educación ambiental		\$ 500,00
4.3	Informe del monitoreo realizado de los talleres de educación ambiental		\$ 500,00
4.4	Presentación de resultados al GAD de Colta		\$ 500,00
4.4	Evento de cierre y reconocimiento de los participantes		\$ 2.000,00
TOTAL			\$ 32.700,00

Realizado por: Rodriguez, E., 2024.

- Cronograma

Tabla 4-145: Cronograma de la estrategia de educación ambiental

Estrategia de educación ambiental “Importancia ecológica de la laguna de Colta”	AÑO 1			
	TRIMESTRE	TRIMESTRE	TRIMESTRE	TRIMESTRE
	1	2	3	4
ACTIVIDADES				
1.1 Contratar a especialistas técnicos para el diagnóstico de la situación socioambiental (dos educadores ambientales por tres meses)	X			
1.2 Salidas de campo con los especialistas técnicos para realizar el diagnóstico socioambiental	X			
1.3 Identificar la situación social alrededor de la laguna de Colta	X			
1.4 Identificar la situación ambiental alrededor de la laguna de Colta	X			
1.5 Generar un informe de la condición socioambiental	X			
1.6 Convocatoria de comunidades locales	X			
1.7 Presentar resultados de la condición socioambiental a las comunidades locales	X			
2.1 Contratar a especialistas técnicos para el diseño de las estrategias de educación ambiental (dos educadores ambientales por tres meses)		X		
2.2 Definir objetivos de la estrategia de educación ambiental		X		
2.3 Definir las estrategias de educación ambiental		X		
2.4 Presentación de las estrategias de educación ambiental a las comunidades locales		X		
2.5 Aprobación de las estrategias de educación ambiental por parte de la comunidad local y el GAD de Colta		X		
2.6 Compra de insumos y materiales para el inicio de los talleres		X		
3.1 Contratar a especialistas técnicos para la ejecución de los talleres de educación			X	

Estrategia de educación ambiental “Importancia ecológica de la laguna de Colta”	AÑO 1			
	TRIMESTRE 1	TRIMESTRE 2	TRIMESTRE 3	TRIMESTRE 4
ambiental (dos educadores ambientales por tres meses)				
3.2 Inicios del taller de educación ambiental para la conservación de la laguna de Colta			X	
4.1 Compra de insumos y materiales para realizar la evaluación y monitoreo de la estrategia			X	X
4.2 Controlar la ejecución de los talleres de educación ambiental			X	X
4.3 Cierre de los talleres de educación ambiental				X
4.3 Informe del monitoreo realizado de los talleres de educación ambiental				X
4.4 Presentación de resultados al GAD de Colta				X
4.4 Evento de cierre y reconocimiento de los participantes				X

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

- Nombre del programa

Turismo sostenible en la laguna de Colta

- Justificación

La basura generada por los visitantes, así como las modificaciones de los sitios de visita, son el resultado de una actividad turística no ordenada dentro de la laguna de Colta. Bajo este contexto se propone la implementación de una estrategia de turismo sostenible, que permita contrarrestar dichas amenazas indirectas al objeto de conservación y así generar una actividad turística más consciente y responsable con el entorno de la laguna.

- Objetivos

Objetivo general

-Impulsar un turismo ordenado dentro de los sitios de visita de la laguna de Colta con la finalidad de generar responsabilidades sobre el socioecosistema presente.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del turismo mediante la identificación de los elementos del sistema turístico.
- Ordenar el desarrollo turístico de la laguna de Colta mediante la zonificación del área y la adecuación de facilidades turísticas.
- Generar competencias dentro de la población local para lograr su participación dentro del turismo.
- Concientizar a los visitantes sobre actividades turísticas sostenibles que permitan tener un mejor ordenamiento turístico.
- Adecuar los sitios de visita de la laguna de Colta para el desarrollo de una actividad turística ordenada y consciente.
- Evaluar y monitorear la estrategia de turismo sostenible con la finalidad de determinar la efectividad de la estrategia.

- Metas
 - Un diagnóstico de la situación actual del turismo en la laguna de Colta al término del primer trimestre del año 1.
 - Un ordenamiento del desarrollo turístico del sitio al término del primer trimestre del año 1.
 - Generar competencias turísticas en la población local al término del segundo trimestre del año 1.
 - Concientizar a los visitantes sobre una actividad turística sostenible al término del segundo trimestre del año 1.
 - Adecuar los sitios de visita de la laguna de Colta al término del tercer trimestre del año 1.
 - Monitorear y evaluar en un 100% la efectividad de la estrategia de turismo sostenible al término del cuarto trimestre del año 1.
- Estructura analítica marco lógico

Tabla 4-146: Matriz de marco lógico para la estrategia 2 turismo sostenible

Programa integrado:	Turismo sostenible en la laguna de Colta		
Duración del proyecto:	1 año		
Objetivos	Indicadores de verificación	Fuentes de verificación	Supuestos
FIN: Contribuir al desarrollo turístico sostenible dentro de la laguna de Colta mediante la participación de los visitantes y la comunidad local	A finales del año 1 se ha aumentado en un 50% la actividad turística dentro de la laguna de Colta.	Informes técnicos del aumento de la actividad turística en la laguna de Colta Ingresos por turismo en la laguna de Colta Registro fotográfico	-
PROPÓSITO: Ordenar la actividad turística dentro de los sitios de visita de la laguna de Colta	A finales del primer trimestre se cuenta con un diagnóstico de la situación actual del turismo en la laguna de Colta A finales del primer trimestre se ha ordenado el desarrollo de la actividad turística dentro de la laguna de Colta A finales del segundo trimestre se ha generado	Informe técnico por el diagnóstico de la situación actual del turismo levantada Informe técnico del ordenamiento del desarrollo turístico Informe técnico de la generación de competencias	Existe participación activa por parte de la comunidad local y entes gubernamentales (GAD Colta) El presupuesto es suficiente

	<p>competencias turísticas en la población local</p> <p>A finales del segundo trimestre se ha generado concientización a los visitantes</p> <p>A finales del tercer trimestre se han adecuado en un 80% los sitios de visita de la laguna de Colta</p> <p>A finales del cuarto trimestre se han monitoreado y evaluado en un 100% la efectividad de la estrategia de turismo sostenible</p>	<p>Informe técnico sobre la adecuación e los sitios de visita</p> <p>Informe técnico de la evaluación y monitoreo de la estrategia</p> <p>Registro fotográfico</p>	
<p>COMPONENTES:</p> <p>C1: Diagnóstico de la situación actual del turismo</p>	<p>A finales del primer trimestre se cuenta con un diagnóstico de la situación actual del turismo en la laguna de Colta</p>	<p>-Informe técnico del diagnóstico de la situación turística en Colta</p> <p>-Salidas de campo ejecutadas</p> <p>-Revisión bibliográfica hecha</p>	<p>Existe presupuesto</p> <p>La comunidad local participa del levantamiento de la información</p> <p>Existe información sobre la oferta, demanda, planta turística, superestructura e infraestructura</p>
<p>C2: Ordenamiento del desarrollo turístico del sitio</p>	<p>A finales del primer trimestre se ha ordenado el desarrollo de la actividad turística dentro de la laguna de Colta</p>	<p>-Mapa de zonificación</p> <p>-Informe técnico sobre la adecuación de facilidades turísticas</p>	<p>Los técnicos participan del proceso de levantamiento de la información</p> <p>Existe presupuesto</p>
<p>C3: Generación de competencias en la población local</p>	<p>A finales del segundo trimestre se ha generado competencias turísticas en la población local</p>	<p>-Un informe de competencias turísticas para la población local aprobada por el GAD de Colta</p>	<p>Se dispone de personal técnico experto en el área</p> <p>El GAD aprueba las competencias</p>
<p>C4: Concientización a visitantes</p>	<p>A finales del segundo trimestre se ha generado concientización a los visitantes</p>	<p>-Informe de concientización propuesta para los visitantes</p>	<p>Los visitantes generan concientización</p> <p>Existe presupuesto</p> <p>Se dispone de recursos y equipos</p>
<p>C5: Adecuación de los sitios de visita</p>	<p>A finales del tercer trimestre se han adecuado</p>	<p>-Informe de adecuación de los sitios de visita</p>	<p>Se dispone de personal que adecue los sitios</p>

	en un 80% los sitios de visita de la laguna de Colta	-Registro fotográfico del antes y después -Listado de materiales comprados para la adecuación de los sitios de visita	El GAD de Colta dispone de recursos
C6: Evaluación y monitoreo de la estrategia	A finales del cuarto trimestre se han monitoreado y evaluado en un 100% la efectividad de la estrategia de turismo sostenible	-Informe técnico de evaluación y monitoreo ejecutado	Los técnicos realizan un monitoreo y evaluación frecuente de la estrategia Existe presupuesto Se dispone de recursos y equipos La comunidad local participa de la evaluación
ACTIVIDADES			PRESUPUESTO
1.1 Contratar al personal (un licenciado en turismo y un técnico) por 3 meses			\$ 9.000,00
1.2 Revisar en el catastro información sobre el sistema turístico en Colta			\$ 100,00
1.3 Realizar 5 salidas de campo para identificar la situación actual del sistema turístico en Colta			\$ 2.000,00
1.4 Identificar la oferta turística de Colta			\$ 400,00
1.5 Identificar la demanda turística de Colta			\$ 400,00
1.6 Identificar la superestructura de Colta			\$ 400,00
1.7 Identificar la infraestructura de Colta			\$ 400,00
1.8 Identificar la planta turística de Colta			\$ 400,00
1.9 Generar un informe sobre el diagnóstico de la situación actual del turismo			\$ 200,00
1.10 Socializar la situación actual del turismo al GAD de Colta y comunidades aledañas			\$ 600,00
2.1 Contratar al personal (un licenciado en turismo y un técnico) por 3 meses			\$ 9.000,00
2.2 Realizar mapa base del área			\$ 200,00
2.3 Identificar zonas agrícolas, de pastoreo, turísticas y de uso público en la laguna			\$ 300,00
2.4 Realizar mapa de zonificación			\$ 200,00
2.5 Definir la capacidad de carga para la laguna de Colta			\$ 200,00
2.6 Evaluar el estado actual de las facilidades turísticas			\$ 1.000,00
2.7 Realizar un informe sobre la condición actual de las facilidades turísticas			\$ 200,00
2.8 Realizar taller de socialización del estado de las facilidades turísticas al GAD de Colta			\$ 600,00
2.7 Adecuar las facilidades turísticas deterioradas			\$ 3.000,00
3.1 Contratar al personal (un licenciado en turismo y un técnico) por 3 meses			\$ 9.000,00
3.2 Diseñar un manual de competencias turística para la población local			\$ 200,00
3.3 Socializar las competencias turísticas para la población local			\$ 600,00
3.4 Aprobación de las competencias turísticas por parte del GAD de Colta			\$ 600,00
4.1 Definir el alcance de la concientización de visitantes			\$ 200,00
4.2 Diseñar una campaña de sensibilización a visitantes			\$ 1.000,00

4.3 Buscar mecanismos de financiamiento para la campaña de sensibilización a visitantes	\$ 100,00
4.4 Implementar la campaña de sensibilización	\$ 3.000,00
5.1 Contratar al personal (un licenciado en turismo y un técnico) por 3 meses	\$ 9.000,00
5.2 Identificar zonas de intervención inmediata	\$ 200,00
5.3 Adecuar las zonas de intervención inmediata con instrumentos que permitan reducir los desechos generados por los visitantes	\$ 1.000,00
6.1 Monitorear el ordenamiento turístico sostenible propuesto	\$ 200,00
6.2 Evaluar la efectividad de la estrategia de turismo sostenible	\$ 200,00
6.3 Generar un informe técnico de la evaluación y monitoreo	\$ 200,00
6.4 Presentación de resultados alcanzados al GAD de Colta	\$ 600,00
TOTAL	\$ 54.700,00

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

○ Cronograma

Tabla 4-147: Cronograma de la estrategia 2 de turismo sostenible en la laguna de Colta

ACTIVIDADES	AÑO 1			
	TRIMESTRE	TRIMESTRE	TRIMESTRE	TRIMESTRE
	1	2	3	4
1.1 Contratar al personal (un licenciado en turismo y un técnico) por 3 meses	X			
1.2 Revisar en el catastro información sobre el sistema turístico en Colta	X			
1.3 Realizar 5 salidas de campo para identificar la situación actual del sistema turístico en Colta	X			
1.4 Identificar la oferta turística de Colta	X			
1.5 Identificar la demanda turística de Colta	X			
1.6 Identificar la superestructura de Colta	X			
1.7 Identificar la infraestructura de Colta	X			
1.8 Identificar la planta turística de Colta	X			
1.9 Generar un informe sobre el diagnóstico de la situación actual del turismo	X			
1.10 Socializar la situación actual del turismo al GAD de Colta y comunidades aledañas	X			
2.1 Contratar al personal (un licenciado en turismo y un técnico) por 3 meses	X			
2.2 Realizar mapa base del área	X			

ACTIVIDADES	AÑO 1			
	TRIMESTRE	TRIMESTRE	TRIMESTRE	TRIMESTRE
	1	2	3	4
2.3 Identificar zonas agrícolas, de pastoreo, turísticas y de uso público en la laguna	X			
2.4 Realizar mapa de zonificación	X			
2.5 Definir la capacidad de carga para la laguna de Colta	X			
2.6 Evaluar el estado actual de las facilidades turísticas	X	X		
2.7 Realizar un informe sobre la condición actual de las facilidades turísticas	X	X		
2.8 Realizar taller de socialización del estado de las facilidades turísticas al GAD de Colta	X	X		
2.7 Adecuar las facilidades turísticas deterioradas	X	X		
3.1 Contratar al personal (un licenciado en turismo y un técnico) por 3 meses		X		
3.2 Diseñar un manual de competencias turística para la población local		X		
3.3 Socializar las competencias turísticas para la población local		X		
3.4 Aprobación de las competencias turísticas por parte del GAD de Colta		X		
4.1 Definir el alcance de la concientización de visitantes		X		
4.2 Diseñar una campaña de sensibilización a visitantes		X		
4.3 Buscar mecanismos de financiamiento para la campaña de sensibilización a visitantes		X		
4.4 Implementar la campaña de sensibilización		X		
5.1 Contratar al personal (un licenciado en turismo y un técnico) por 3 meses			X	
5.2 Identificar zonas de intervención inmediata			X	
5.3 Adecuar las zonas de intervención inmediata con instrumentos que permitan reducir los desechos generados por los visitantes			X	

ACTIVIDADES	AÑO 1			
	TRIMESTRE 1	TRIMESTRE 2	TRIMESTRE 3	TRIMESTRE 4
6.1 Monitorear el ordenamiento turístico sostenible propuesto		X	X	X
6.2 Evaluar la efectividad de la estrategia de turismo sostenible		X	X	X
6.3 Generar un informe técnico de la evaluación y monitoreo				X
6.4 Presentación de resultados alcanzados al GAD de Colta				X

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

- Nombre del programa

Restauración ecológica en una fase 1 dentro de los sitios de visita de la laguna de Colta

- Justificación

La contaminación del agua dentro de los sitios de visita, son el resultado de la presencia de material flotante de origen antrópico, fecas de animales y la presencia de familias tolerantes a la contaminación. Estas amenazas indirectas han generado un incumplimiento parcial a los parámetros coliformes fecales, pH, nitrógeno amoniacal y oxígeno disuelto dentro de la norma de calidad para la preservación de vida acuática. Además, al incumplimiento de los parámetros pH, oxígeno disuelto y coliformes totales para la norma establecida dentro del Texto de Legislación Secundaria para fines recreativos.

Por tal motivo, esta estrategia se plantea con la finalidad de impulsar la recuperación del ecosistema de los tres sitios de visita de la laguna de Colta, el cual se ha visto degradado por los factores antrópicos. De esta manera la restauración permitirá recuperar la condición original o al menos a un estado cercano antes de sufrir dichos daños.

- Objetivos

Objetivo general

-Restaurar las condiciones ecológicas de tres sitios de visita de la laguna de Colta para volver a un estado cercano a como era antes de sufrir las presiones antrópicas.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación ecológica de la laguna de Colta con la finalidad de establecer un ecosistema de referencia.
 - Definir los escenarios de restauración ecológica con la finalidad de priorizar espacios de actuación.
 - Plantear técnicas de restauración que permitan recuperar las condiciones ecológicas de los tres sitios de visita de la laguna de Colta.
 - Ejecutar las técnicas de restauración que permitan recuperar las condiciones ecológicas de los tres sitios de visita de la laguna de Colta.
 - Monitorear y evaluar la ejecución de la estrategia de restauración ecológica con la finalidad de recuperar el ecosistema de los tres sitios de visita de la laguna de Colta.
- Metas
- Un diagnóstico de la situación ecológica de los tres sitios de visita de la laguna de Colta a finales del cuarto mes del año 1 del proyecto.
 - Se han identificado y definido en un 100% los escenarios de restauración ecológica a finales octavo mes del año 1.
 - 3 técnicas de restauración ecológica a finales de octavo mes del año 1.
 - Se ejecutan las 3 técnicas de restauración ecológica hasta finales del octavo mes del año 2.
 - El 100% de las 3 técnicas ejecutadas han sido monitoreadas y evaluadas a finales del año 2.
- Estructura analítica marco lógico

Tabla 4-148: Matriz de marco lógico para la estrategia 3 de restauración ecológica

Programa integrado:	Restauración de la laguna de Colta		
Duración del proyecto:	2 años		
Objetivos	Indicadores de verificación	Fuentes de verificación	Supuestos
FIN: Contribuir a la conservación ecosistémica de la laguna de Colta	Al año 2 de finalizado la estrategia se habrá mejorado hasta en un 80% las condiciones ecológicas en los sitios de visita de la laguna de Colta	-Informe técnico del resultado de la implementación de la estrategia	-

<p>PROPÓSITO: Restaurar las condiciones ecológicas de tres sitios de visita de la laguna de Colta</p>	<p>A finales del cuarto mes del año 1 se cuenta con un diagnóstico de la situación ecológica de los sitios de visita A finales del octavo mes del año 1 se cuenta con la identificación de los escenarios de restauración A finales del octavo mes del año 1 se establecen 3 técnicas de restauración ecológica Al octavo mes del año 2 se habrán ejecutado las 3 técnicas de restauración ecológica planteadas A finales del año 2 se cuenta con un informe de monitoreo y evaluación de las actividades</p>	<p>Informe técnico del diagnóstico de la situación ecológica de los sitios de visita Informe técnico de la identificación de los escenarios de restauración identificados Informe técnico de las técnicas de restauración ecológica para los sitios de visita de la laguna de Colta Informe técnico del monitoreo y evaluación de las técnicas implementadas</p>	<p>Existe participación con los actores involucrados (GAD de Colta, ESPOCH/UNACH y organismos internacionales).</p>
<p>COMPONENTES: C1: Diagnóstico de la situación ecológica</p>	<p>A finales del cuarto mes del año 1 se cuenta con un diagnóstico de la situación ecológica de los sitios de visita</p>	<p>Informe técnico del diagnóstico de la situación ecológica de los sitios de visita</p>	<p>Disponibilidad de presupuesto Participación de la comunidad local y el GAD de Colta</p>
<p>C2: Definición de escenarios de referencia</p>	<p>A finales del octavo mes del año 1 se cuenta con la identificación de los escenarios de restauración</p>	<p>Informe técnico de la identificación de los escenarios de restauración identificados</p>	<p>Disponibilidad de presupuesto Los técnicos trabajan en la definición de los escenarios de restauración</p>
<p>C3: Planteamiento de técnicas de restauración</p>	<p>A finales del octavo mes del año 1 se establecen 3 técnicas de restauración ecológica</p>	<p>Informe técnico de las técnicas de restauración ecológica para los sitios de visita de la laguna de Colta</p>	<p>Disponibilidad de presupuesto</p>
<p>C4: Ejecución de las técnicas de restauración</p>	<p>Al octavo mes del año 2 se habrán ejecutado las 3 técnicas de restauración ecológica planteadas</p>	<p>Informe técnico de la ejecución de las técnicas de restauración ecológica para los sitios</p>	<p>Participación de la comunidad local, GAD de Colta y apoyo externo Disponibilidad de presupuesto</p>

		de visita de la laguna de Colta	Asistencia y participación para la ejecución de las estrategias
C5: Seguimiento y control de la estrategia	A finales del año 2 se cuenta con un informe de monitoreo y evaluación de las actividades	Informe técnico del monitoreo y evaluación de las técnicas implementadas	Disponibilidad de presupuesto
ACTIVIDADES			PRESUPUESTO
1.1 Contratar al equipo técnico (2 ingenieros en recursos naturales renovables) por 4 meses			\$ 13.600,00
1.2 Revisión bibliográfica de ecosistemas de referencia			\$ 150,00
1.3 Salida de campo a los tres sitios de visita para validar la información levantada			\$ 300,00
1.4 Convocatoria a comunidades			\$ 250,00
1.5 Taller para la búsqueda de informantes claves que permitan construir el ecosistema de referencia			\$ 1.000,00
1.6 Estructuración del diagnóstico de la situación ecológica			\$ 300,00
1.7 Socialización del diagnóstico de la situación ecológica de los sitios de visita al GAD de Colta			\$ 600,00
2.1 Contratar al equipo técnico (2 ingenieros en recursos naturales renovables) por 4 meses			\$ 13.600,00
2.2 Salida de campo a los sitios de visita			\$ 300,00
2.3 Caracterizar las áreas a restaurar (componente biofísico y social)			\$ 300,00
2.4 Revisión de información secundaria sobre la estructura, composición y funcionamiento del ecosistema			\$ 200,00
2.5 Caracterización del disturbio, factores de tensión y limitantes del escenario			\$ 300,00
2.6 Definir el escenario de referencia para los sitios de visita			\$ 200,00
2.7 Caracterizar a los actores sociales			\$ 200,00
2.8 Determinar el nivel de participación de los actores			\$ 200,00
2.9 Generar el informe sobre los escenarios de referencia identificados			\$ 200,00
3.1 Plantear los objetivos y metas de restauración			\$ 100,00
3.2 Perfilar las 3 técnicas de restauración ecológica (reintroducción de plántulas de especies leñosas nativas en el sitio de visita 7B2, extracción de la totora en el sitio de visita 7B3, extracción de macrófitas en el sitio de visita 7B1 y 7B2)			\$ 400,00
3.3 Informe de las 3 técnicas de restauración ecológica planteado			\$ 200,00
3.4 Presentación del informe a los actores involucrados			\$ 600,00
3.5 Aprobación de las técnicas de restauración			\$ 300,00
4.1 Contratar al equipo técnico (2 ingenieros en recursos naturales renovables) por 12 meses			\$ 40.800,00
4.2 Búsqueda de financiamiento			\$ 300,00
4.3 Ejecutar la técnica 1 de restauración “reintroducción de plantas nativas en el sitio de visita 7B2”			\$ 10.000,00

4.3 Ejecutar la técnica 2 de restauración “extracción de la totora en el sitio de visita 7B3”	\$	10.000,00
4.4 Ejecutar la técnica 3 de restauración “extracción de macrófitas en el sitio de visita 7B1 y 7B2”	\$	10.000,00
5.1 Contratar al equipo técnico (2 ingenieros en recursos naturales renovables) por 4 meses	\$	40.800,00
5.2 Informe de la ejecución de las 3 técnicas de restauración ecológica	\$	200,00
5.3 Monitoreo de las 3 técnicas de restauración ecológica	\$	1.000,00
5.4 Generar informe de resultados de la efectividad de las 3 técnicas	\$	300,00
5.5 Presentación de resultado al GAD de Colta de la fase 1	\$	800,00
TOTAL	\$	147.500,00

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

○ Cronograma

Tabla 4-149: Cronograma de la estrategia de educación ambiental

Estrategia de restauración ecológica en los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 en la laguna de Colta	AÑO 1			AÑO 2		
	4 MESES					
1.1 Contratar al equipo técnico (2 ingenieros en recursos naturales renovables) por 4 meses	X					
1.2 Revisión bibliográfica de ecosistemas de referencia	X					
1.3 Salida de campo a los tres sitios de visita para validar la información levantada	X					
1.4 Convocatoria a comunidades	X					
1.5 Taller para la búsqueda de informantes claves que permitan construir el ecosistema de referencia	X					
1.6 Estructuración del diagnóstico de la situación ecológica	X					
1.7 Socialización del diagnóstico de la situación ecológica de los sitios de visita al GAD de Colta	X					

Estrategia de restauración ecológica en los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 en la laguna de Colta	AÑO 1			AÑO 2		
	4 MESES					
2.1 Contratar al equipo técnico (2 ingenieros en recursos naturales renovables) por 4 meses		X				
2.2 Salida de campo a los sitios de visita		X				
2.3 Caracterizar las áreas a restaurar (componente biofísico y social)		X				
2.4 Revisión de información secundaria sobre la estructura, composición y funcionamiento del ecosistema		X				
2.5 Caracterización del disturbio, factores de tensión y limitantes del escenario		X				
2.6 Definir el escenario de referencia para los sitios de visita		X				
2.7 Caracterizar a los actores sociales		X				
2.8 Determinar el nivel de participación de los actores		X				
2.9 Generar el informe sobre los escenarios de referencia identificados		X				
3.1 Plantear los objetivos y metas de restauración		X				
3.2 Perfilar las 3 técnicas de restauración ecológica (reintroducción de plántulas de especies leñosas endémicas en el sitio de visita 7B2, extracción de la totora en el sitio de visita 7B3, extracción de macrófitas en el sitio de visita 7B1 y 7B2)		X				
3.3 Informe de las 3 técnicas de restauración ecológica planteado		X				

Estrategia de restauración ecológica en los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 en la laguna de Colta	AÑO 1			AÑO 2		
	4 MESES					
3.4 Presentación del informe a los actores involucrados		X				
3.5 Aprobación de las técnicas de restauración		X				
4.1 Contratar al equipo técnico (2 ingenieros en recursos naturales renovables) por 12 meses			X			
4.2 Búsqueda de financiamiento			X			
4.3 Ejecutar la técnica 1 de restauración “reintroducción de plántulas de especies leñosas endémicas en el sitio de visita 7B2”			X			
4.3 Ejecutar la técnica 2 de restauración “extracción de la totora en el sitio de visita 7B3”				X		
4.4 Ejecutar la técnica 3 de restauración “extracción de macrófitas en el sitio de visita 7B1 y 7B2”					X	
5.1 Contratar al equipo técnico (2 ingenieros en recursos naturales renovables) por 4 meses			X	X	X	
5.2 Informe de la ejecución de las 3 técnicas de restauración ecológica						X
5.3 Monitoreo de las 3 técnicas de restauración ecológica			X	X	X	
5.4 Generar informe de resultados de la efectividad de las 3 técnicas						X
5.5 Presentación de resultado al GAD de Colta de la fase 1						X

Realizado por: Rodríguez, E., 2024

4.3.5 Propuesta de financiamiento de estrategias de manejo ambiental para el objeto de conservación

A continuación, se muestra la propuesta de financiamiento para las estrategias de: comunicación, educación y participación ambiental, turismo sostenible y restauración ecológica FASE 1 (ver Tabla 4-157).

Tabla 4-150: Financiamiento para las estrategias planteadas dentro de la laguna de Colta

Componente	Estrategia	Presupuesto	Fuente de financiamiento
C1: Diagnóstico de la situación socioambiental C2: Diseño de las estrategias para la educación ambiental C3: Ejecución de los talleres de educación ambiental C4: Evaluación y monitoreo de la estrategia	Comunicación, educación y participación ambiental (CEPA)	\$32.700,00	United Nations Environment Programme Fondo Italiano Ecuatoriano para el Desarrollo Sostenible
C1: Diagnóstico de la situación actual del turismo C2: Ordenamiento del desarrollo turístico del sitio C3: Generación de competencias en la población local C4: Concientización a visitantes C5: Adecuación de los sitios de visita C6: Evaluación y monitoreo de la estrategia	Turismo sostenible	\$54.700,00	Corporación Financiera Nacional
C1: Diagnóstico de la situación ecológica C2: Definición de escenarios de restauración C3: Planteamiento de técnicas de restauración C4: Ejecución de las técnicas de restauración C5: Seguimiento y control de la estrategia	Restauración ecológica FASE 1	\$147.500,00	Banco de Desarrollo de América Latina Corporación Financiera Nacional

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La jerarquía del atractivo laguna de Colta es II, porque según el resultado obtenido dentro de la ficha para la jerarquización de atractivos turísticos del MINTUR y en base a la evaluación de los 9 criterios propuestos en su metodología, se tuvo una puntuación de 54 puntos, encontrándose dentro de los rangos (36-60); del total de los 9 criterios valorados dentro de la ficha, se determinó que los criterios que tienen un puntaje menor al 50% fueron estado de conservación e integración del sitio o entorno (2/14), accesibilidad y conectividad (9/18) políticas y regulaciones (5/10).

El estado de conservación de los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 del atractivo turístico laguna de Colta es deteriorado porque en base a los indicadores monitoreados dentro de la condición turística se determinó que existe una afectación al suelo por la presencia de basura orgánica en valores globales de 0,68 lb representada en su mayoría por cascaras o residuos de frutas, así como de basura inorgánica con valores globales de 7,79 lb en su mayoría siendo plásticos. Además, se ve afectado el componente cuerpo de agua debido a la presencia de material flotante de origen antrópico con valores globales de 7,65 lb representado en su mayoría por plásticos. Con respecto a la flora se evidencio un total de 10 incidencias las cuales se deben a actividades agrícolas no permitidas, actividades pecuarias no permitidas y extracción a la vegetación. Del mismo modo se ve afectado el paisaje pues se evidencio un total global de 51 incidencias representadas por actividades pecuarias no permitidas, basura de visitantes, desechos de materiales de construcción y modificación del sitio para la adecuación de actividades turísticas.

En los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 del atractivo turístico laguna de Colta no se cumple con los estándares de calidad de agua para el uso recreativo, estético y preservación de la vida acuática porque los parámetros mencionados a continuación superan los límites de permisibilidad establecidos dentro de la norma, de este modo para el uso recreativo se incumple los parámetros coliformes fecales, pH, oxígeno disuelto y coliformes totales. Para el uso estético se incumple los parámetros oxígeno disuelto y color. Para la preservación de la vida acuática se incumple los parámetros coliformes fecales, pH, oxígeno disuelto, demanda química del oxígeno y nitrógeno amoniacal.

La correspondencia canónica en el periodo octubre 2022 – junio 2023 es variable debido a que en la línea base levantada el 14 de octubre del 2022 los parámetros nitratos, aerobios, salinidad, temperatura del agua tienen correspondencia con la presencia de las familias *Corixidia*, *Culicidae*, *Hidrophilidae*, *Empididae* y *Hyaellidae*. Para el monitoreo 1 levantado el 20 de enero del 2023, los parámetros pH, oxígeno disuelto y salinidad tienen correspondencia con la presencia de las familias *Chironomidae* y *Lumbricidae*. En el monitoreo 2 realizado el 14 de abril del 2023, los parámetros nitrógeno amoniacal, temperatura del agua, coliformes fecales, mohos y aerobios tienen correspondencia con la presencia de las familias *Hyaellidae*, *Empididae*, *Tubificidae*, *Notonectidae*, *Hidrophilidae* y *Syrphidae*. Dentro del monitoreo 3 realizado el 23 de junio del 2023, los parámetros coliformes totales, fosfatos, nitratos y mohos tienen correspondencia con la presencia de las familias *Physidae*, *Tubificidae*, *Planorbidae* y *Aeshnidae*; todas las familias mencionadas con anterioridad al vivir en hábitat contaminados y eutrofizados, reciben una puntuación baja dentro de los índices biológicos, determinando así que son macroinvertebrados tolerantes a la contaminación y de allí su relación con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

La diversidad Alpha de los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 del atractivo turístico laguna de Colta para el periodo octubre 2022 – junio 2023 es variable, es decir de baja a media porque en base al índice de diversidad de Shannon Weaver se obtuvo un valor de 1,507 este valor determina que existe una diversidad baja dentro de la laguna y según Wilhm/Dorris y Staub la calidad del agua presenta una contaminación moderada; en base al índice de Simpson se obtuvo un valor de 0,382 este número determina que existe una diversidad media de macroinvertebrados en la laguna; del mismo modo para el índice de riqueza específica de Margalef al obtener un valor de 1,751 se determina que existe una riqueza de macroinvertebrados baja en los sitios de visita de la laguna.

La diversidad Beta de los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 del atractivo turístico laguna de Colta para el periodo octubre 2022 – junio 2023 determina que existe una mayor similitud de macroinvertebrados dentro de los sitios de visita 7B1 Y 7B2 con un 97% para Sorensen y un 93% para Jaccard, las familias que comparten dicha similitud son: *Coenagrionidae*, *Aeshnidae*, *Empididae*, *Chironomidae*, *Corixidae*, *Notonectidae*, *Hyaellidae*, *Dugesidae*, *Glossiphonidae*, *Hydridae*, *Lumbricidae*, *Tubificidae*, *Physidae* y *Planorbidae*. Mientras que los sitios de visita que presenta una menor similitud de macroinvertebrados son los puntos 7B2 y 7B3 con un 81% para Sorensen y un 68% para Jaccard, las familias que no comparten dicha similitud son: *Limoniidae*, *Culicidae*, *Chironomidae*, *Hydridae*, *Dytiscidae* y *Syrphidae*.

La calidad de agua de los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 del atractivo turístico laguna de Colta para el periodo octubre 2022 – junio 2023 es moderadamente contaminada, crítica y ligeramente contaminada ya que según el índice del BMWP/COL al tener un total de 59 puntos el agua es moderadamente contaminada y puede tener una calidad dudosa. El índice ASPT sugiere que al tener un total de 3,474 puntos la calidad del agua es crítica y por tanto contaminada. Y en base al índice ABI se sugiere que al tener un total de 63 puntos la calidad del agua es buena y ligeramente contaminada. Sin embargo, al realizar un cálculo global dentro del índice BMWP/COL se determina que el agua es ligeramente contaminada, pues al presentar un total de 66 puntos sugiriendo así que la calidad de agua es aceptable. De este modo se están sumando 19 familias pertenecientes a 11 órdenes, las cuales son el resultado de todo el estudio, a pesar de tener familias tolerantes a la contaminación tales como *Tubificidae*, *Lumbricidae*, *Dytiscidae*, *Syrphidae*, *Chironomidae*, *Culicidae*, *Physidae* e *Hydrophilidae*; al aumentar el número de familias encontradas aumentará el puntaje del BMWP/COL y de este modo la calidad del agua será mejor.

Los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 del atractivo turístico laguna de Colta se encuentran amenazados por la contaminación del agua la misma que esta ocasionada por la presencia de material flotante de origen antrópico, fecas de animales, baja diversidad de individuos de macroinvertebrados, incumplimiento parcial a los parámetros de la norma de calidad para la preservación de vida acuática e incumplimiento a la norma de calidad para fines recreativos. La segunda amenaza es la presencia de un paisaje deteriorado ocasionada por material flotante de origen antrópico, fecas de animales, basura orgánica e inorgánica, actividad pecuaria no permitida, desechos de materiales de construcción, incumplimiento a los parámetros de la norma de calidad para uso estético y modificación del sitio para actividades turísticas. La tercera amenaza es la actividad turística no ordenada ocasionada por la modificación del sitio para actividades turísticas y basura generada por visitantes.

Para manejar las referidas amenazas en los sitios de visita 7B1, 7B2 y 7B3 en el atractivo turístico laguna de Colta se requiere de la implementación de 3 estrategias denominadas: comunicación educación y participación activa (CEPA), restauración ecológica y turismo sostenible. Las cuales requieren un tiempo de ejecución de tres años; estas estrategias demandan de un financiamiento de \$ 234.900,00 y pueden ser financiados por las siguientes organizaciones: United Nations Environment Programme, Fondo Italiano Ecuatoriano para el Desarrollo Sostenible, Corporación Financiera Nacional y el Banco de Desarrollo de América Latina.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda que se fortalezcan los criterios que presentan una menor puntuación dentro de la ficha para la jerarquización del atractivo; empezando por el criterio estado de conservación e integración del sitio a través de la implementación de acciones que permitan prevenir, controlar y mitigar las presiones antrópicas evidenciadas; el control de dichas presiones debe ser alrededor de toda la laguna y no solamente en el área de interés turístico es decir en el malecón escénico. Para el criterio accesibilidad y conectividad se recomienda la implementación de facilidades turísticas para personas con discapacidad y el mejoramiento de la señalización de aproximación al atractivo. Dentro del criterio políticas y regulaciones se recomienda la elaboración de un Plan de Desarrollo Turístico Territorial para el GAD de Colta.

Es esencial continuar con más monitoreos dentro de la laguna de Colta incrementando más puntos de muestreo; esto permitirá tener un análisis más amplio ya que las lagunas son grandes cuerpos de agua; al monitorear dicha condición ambiental y turística se podrán definir nuevas estrategias que logren contener y controlar nuevas amenazas. Del mismo modo se recomienda que se reestructure los valores y parámetros permisibles establecidos en el TULSMA y dentro de la norma de calidad para uso estético, uso recreativo y de preservación de la vida acuática ya que deben ser menos permisibles y más estrictos pues el agua es un recurso vital.

Los índices biológicos utilizados dentro de este estudio al ser diseñados para aguas lóaticas (ríos) no se condicionan a las características de aguas lénticas (lagunas), en tal sentido se recomienda que se cree un índice propio para lagunas altoandinas ya que existen familias de macroinvertebrados que no tienen puntuación dentro de los índices BMWP/COL, ASPT y ABI.

Finalmente, se recomienda presentar la propuesta de las estrategias identificadas en este trabajo de investigación al Gobierno Autónomo Descentralizado de Colta, para que la entidad pueda aprobar y ejecutar la propuesta; pues las mismas fueron diseñadas con la finalidad de controlar las fuentes de presión que generan amenazas al objeto de conservación; antes de ejecutar dichas estrategias estas deberán actualizar su presupuesto en función a la disponibilidad de recursos económicos y tiempos establecidos.

GLOSARIO

ACC: El análisis de correspondencia canónica permite la visualización de tablas con datos, mediante la ubicación de puntos que tienen un efecto sobre la variable o parámetro analizado (Greenacre, 2008, pág. 245).

Condición socioambiental: Vincula el desarrollo con la sustentabilidad del territorio, con la finalidad de tener una imagen deseada o esperada en su desarrollo (Almuna y Blondel, 2012, pág. 7).

Ecosistema de referencia: Entendida como una composición de flora y fauna en un nivel máximo de madurez, sin la presencia de perturbaciones o algún bloqueo en su composición (Cabello et al., 2021, pág. 145).

GAD: Son conocidas como instituciones las cuales gozan de autonomía financiera, política y administrativa dentro de los principios de la equidad, participación y solidaridad (Cruz et al., 2020, pág. 166).

ONU turismo: Es un organismo dirigido por las Naciones Unidas, el cual busca la promoción de la actividad turística responsable, accesible y sostenible dentro de los pilares ambientales y culturales (ONU Turismo, 2024, pág. 1).

ONG: Son organismos no gubernamentales con una organización internacional que presenta fondos propios y finanza proyectos de cualquier tipo (Huertas, 2015, pág. 24).

Presiones antrópicas: Son todas aquellas actividades que perturban la estructura y el funcionamiento de los recursos existentes en el territorio, estas presiones generan efectos negativos en las comunidades ecológicas (Franco, 2010, pág. 3).

Restauración ecológica: Es la intervención directa que realiza el ser humano en los ecosistemas o estructuras de los mismos con la finalidad de rehabilitar o reemplazar, creando así una nueva funcionalidad (Mola et al., 2018, pág.12).

BIBLIOGRAFÍA

1. **ALMUNA, E.A. & BLONDEL, V.R.**, *Thinking the socio-environmental issue: representation and representativity on development discourses*. [en línea]. 2019 vol. 34, p 121 [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISSN 1139-1723 Disponible en: <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aagd%3A13%3A3274525/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Aagd%3A138930310&crl=c>
2. **AMAZARÁ, E. & QUINTERO, Y.**, *Microbiología de alimentos recuento de los microorganismos aerobios mesófilos*. [en línea]. 2022 [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/361449495>
3. **ANÍBAL, P. & MATOVELLE, T.**, *Indicadores para un sistema de monitoreo de impactos del turismo mediante Límites de Cambio Aceptable en la laguna de Quilotoa*, [en línea]. Reserva Ecológica Ilinizas. 2009 [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://revistas.uea.edu.ec/index.php/racyt/article/view/80>
4. **ANCHUNDIA ESPINAL, Susana Selene & VILLACRESES INTRIAGO, Lucio Damián.** Del agua salud de los habitantes de la, c.y., bajo la palma, c. de, Montecristi [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí-Ecuador 2014 págs. 34.76 [Consulta: 2023-11-15]. Disponible en: <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1406/1/ULEAM-POSG-GA-0030.pdf>
5. **ARCE, R. & MORÓN, M.**, “El género *Hydrophilus* (Coleoptera: Hydrophilidae: Hydrophilina) en México y Centroamérica”. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 84, nº. 1, (2013), (United State of America), págs. 4-9.
6. **ARIAS GONZÁLES, José Luis., COVINOS GALLARDO, Mitsuo Roger., & CÁCERES CHÁVEZ, Milagros.** Formulación de los objetivos específicos desde el alcance correlacional en trabajos de investigación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, [En línea]. 2020. Vol. 1 no. 2, [Consulta: 12 noviembre 2023]. ISSN 2707-2215. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/73>
7. **BORBOLLA-SALA, M., GUTIÉRREZ, J.C. & G, S.M.**, *Salud en Tabasco*. [en línea] 1999 [Consulta: 20 noviembre 2023] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48709106>

8. **BRICEÑO AVILA, M., & OWEN CONTRERAS, M.** Atributos eco-estéticos del paisaje urbano 1. [en línea], 2011 [Consulta: 20 noviembre 2009]. ISSN 1909-2474. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727348003.pdf>
9. **CAMPUSANO MIRANDA, Alex Fabricio.** Evaluación de los humedales del sistema lacustre en la laguna la Magdalena-Atillo del Parque Nacional Sangay como sumidero de Carbón. [En línea]. (Trabajo de titulación) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador 2019. págs. 20-23. [Consulta: 2023-11-14]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13800>
10. **CIRELLI, Fernando.** *El agua: un recurso esencial.* [blog]. [Consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: <https://basica.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/25/2016/06/Elaguarecursovital.pdf>
11. **CISNEROS, M.A.H., HAAG, M.I. & PICCOLO, M.C.,** “Integrated study of a lake environment: Laguna la Salada” *Anuario do Instituto de Geociencias* [en línea], 2021, (Buenos Aires, Argentina)., vol. 44, n°. 1, [Consulta: 14 noviembre 2023]. ISSN 19823908. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/166799>
12. **CONSERVATION MEASURES PARTHERSHIP.** Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación. [blog], [Consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: www.conservationmeasures.org
13. **COAYLA PEÑALOZA, P., et al.,** “Benthic macroinvertebrate communities and water quality assessment in high Andean wetlands Callali-Oscollo”. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 94, (2023) (Arequipa-Cusco, Peru). págs. 42-56.
14. **CRUZ-PIZA, I.A., MONTOYA-TELLO, M.O. & QUISHPI-RODRÍGUEZ, J.C.,** Gobiernos autónomos descentralizados del Ecuador. *IUSTITIA SOCIALIS*, vol. 5, n°. 3, (2020) págs.33-71.
15. **CHAPARRO VELEZ, Stefanny Alejandra.** Determinación de la capacidad de autodepuración de un tramo del rio Tunjuelo respecto al ph y la demanda biológica de oxígeno (DBO). [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Católica de Colombia, Manizales. Bogotá-Colombia. 2009. págs. 20-23. [Consulta: 2023-11-17]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/items/3e65d8cf-d843-4f62-be3e-dd65f6463434>
16. **DEL RÍO, M., MONTES, F., CAÑELLAS, I. & MONTERO, G.,** *Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales.* [En línea] Mexico: A Non-Parametric Analysis 2023

[Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/28061992_Indices_de_diversidad_estructural_en_mas_as_forestales

17. **DÍAZ GARCÍA, S. & GONZÁLEZ PÉREZ, J.**, “La importancia de la temperatura del agua en las redes de abastecimiento”. *Ingeniería del Agua*. [en línea], 2022 (España) vol. 26, no. 2, págs. 107-123 [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISSN 1134-2196. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8428418#:~:text=La%20temperatura%20afecta%20a%20los,la%20calidad%20del%20agua%20suministrada.>
18. **DÍAZ-TRIANA, J.E., TORRES-RODRÍGUEZ, S., MUÑOZ-P., L. & AVELLA-M., A.**, Monitoring of ecological restoration in an interandean dry tropical forest. *Program and preliminary results*. [en línea], 2019 (Huila, Colombia) vol. 41, no. 1, [Consulta: 20 noviembre 2023] ISSN 03665232. Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA591848072&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=03665232&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7Eab4739b5&aty=open-web-entry>
19. **DONATO, M. & SIRI, A.**, Composición y abundancia de Chironomidae (Diptera) en un río serrano de zona semiárida. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. [en línea], 2004, (Argentina) vol.63, n.3-4 págs.107-118. [Consulta: 14 noviembre 2023]. ISSN 0373-5680. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0373-56802004000200016&script=sci_abstract
20. **ELENA, M., TICLLA, R., AGUSTÍN, J.E. & CABALLERO, P.**, Conciencia ambiental desde la educación: Estado del Arte. *Revista Iberoamericana de la Educación* [en línea]. 2021 (Argentina) vol.1, [Consulta: 10 noviembre 2023]. ISSN: 2737-632x Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-2969-4484>. <https://scholar.google.com/citations?user=mCALV84AAAAJ&hl=es>
21. **ELÍAS, R., MÉNDEZ, N., MUNIZ, P., et al.** 2020. Los poliquetos como indicadores biológicos en Latinoamérica y el Caribe. *Marine and Fishery Sciences (MAFIS)*, [en línea]. 2020 (Annelida) vol. 34, no. 1, [Consulta: 10 noviembre 2023]. ISSN 2683-7595. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/348026377_Los_poliquetos_como_indicadores_biol%C3%B3gicos_en_Latinoamerica_y_el_Caribe
22. **ESCOBAR-ARRIETA, S., ALBUJA, A. & ANDUEZA-LEAL, F.D.**, Calidad fisicoquímica del agua de la laguna Colta. Chimborazo. Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*. [en

línea]. 2021 (Ecuador) vol. 11, no. 1, [Consulta: 14 noviembre 2023]. ISSN 1390-7042
Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/3135>

23. **ESCOTO MORENO, J.A., GONZÁLEZ SORIANO, E., ESCOTO ROCHA, J. & MÁRQUEZ, J.**, Riqueza y distribución de la familia Aeshnidae (Odonata: Anisoptera) en el estado de Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, [en línea].2014 vol. 85, no. 1, [Consulta: 14 noviembre 2023]. ISSN 18703453. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532014000100020#:~:text=La%20riqueza%20de%20Aeshnidae%20en,de%20esta%20familia%20para%20M%C3%A9xico.
24. **ESPARZA, V., MARGARITA, R., SANTILLÁN, V., TERESA, M., DIEZ, Á. & CARLOS, R.**, Nueva propuesta de financiamiento público a partidos políticos en México. [en línea] 2021 vol. XXVII, no. 1, [Consulta: 14 noviembre 2023]. ISSN 2477-9431. Disponible en: <https://orcid>
25. **FONTES FILHO, Joaquim Rubens.** Estudios y Perspectivas en Turismo. *Estudios y perspectivas en turismo* [en línea], 2010, Vol. 19, Número 1. [Consulta: 14 noviembre 2023]. ISSN 0327-5841. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180717583001>
26. **GIL-MARÍN, J.A., VIZCAINO, C. & MONTAÑO-MATA, N.J.**, Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela. *Anales Científicos*, [En línea]. 2018 (Venezuela) vol. 79, no. 1, [Consulta: 14 noviembre 2023] ISSN 0255-0407. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6480001>
27. **GIRÓN DUQUE, J.C.**, 2018. Estado del conocimiento de la familia Hydrophilidae en Colombia. [blog]. Colombia 2018 [Consulta: 14 noviembre 2023] Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/330507988>
28. **GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO [GADPCH]**, *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. [blog]. Chimborazo 2020 [Consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: <https://chimborazo.gob.ec/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-pdot/>
29. **GÓMEZ, C.R. & TABARES, D.C.**, Environmental management measures in shopping centers of intermediate cities. *Producción y Limpia*, [en línea]. 2019 vol. 14, no. 1, [Consulta: 14

noviembre 2023]. ISSN 23230703. Disponible en:
<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/2654>

30. **GÓMEZ, N., DOMÍNGUEZ, E., RODRIGUES, A., HUGO, C. & FERNÁNDEZ, R.** Los indicadores biológicos. [blog] Quito: Coniced 2021 [Consulta: 23 noviembre 2023]. Disponible en:<https://ibn.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/sites/113/2021/05/4-Gomez-et-al.-2020-Los-indicadores-biologicos.pdf>
31. **GREENACRE, Michael. & FUNDACIÓN BBVA.**, La práctica del análisis de correspondencias. *Fundación BBVA*. [en línea]. 2008 (España) vol.1 Págs. 65-100 [Consulta: 14 noviembre 2023]. ISBN 9788496515710. Disponible en: https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2008_practica_analisis_correspondencias.pdf
32. **GUERRERO RUBIO, J.P., TASAMBAY SALAZAR, A.M., COFRE SANTOS, F., JÁCOME SEGOVIA, C.S., VALVERDE LARA, C.R. & JIMÉNEZ ROJAS, Y.** Evaluación y restauración ecológica “Lisan Wasi” comunidad San Pedro, parroquia Tarqui, Cantón Pastaza. *Ciencia y Tecnología*, [en línea]. 2020 (Pastaza)vol. 13, no. 1, [Consulta: 14 noviembre 2023] ISSN 1390-4051. Disponible en: <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/344>
33. **GUERRERO MILLÁN, M., VILLAGÓMEZ MÉNDEZ, J. & HERRERA MIRANDA, M.A.**, Sistema de indicadores para la gestión del turismo sostenible en el destino turístico de Acapulco, Guerrero, (México). *Ciencias Administrativas. Teoría y Praxis*, [en línea]. 2021 (México) vol. 16, no. 2, [Consulta: 14 noviembre 2023] ISSN 2683-1457. Disponible en: <https://cienciasadmvasyp.uat.edu.mx/index.php/ACACIA/article/view/262>
34. **GUSTAVO, J. & LEITON, P.** Afluencia de visitantes y los atractivos turísticos de la parroquia Febres Cordero del Cantón Babahoyo [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo-Ecuador. 2019. Págs. 55-76 [Consulta: 2023-11-20]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6228>
35. **HENSLER, L. & MERÇON, J.** 2020. Áreas Naturales Protegidas como territorios en disputa: intereses, resistencias y acciones colectivas en la gestión compartida. *Sociedad y Ambiente*, [en línea]. 2020 vol. 1 no. 22, [Consulta: 14 noviembre 2023] DOI 10.31840 Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4557/455763085008/455763085008.pdf>
36. **HERNÁNDEZ, M.E. & BARCELÓ, P.M.C.**, Carbon fluxes and stocks in freshwater wetlands in Mexico. *Madera y Bosques*, [en línea]. 2018 (Paris) vol. 24, no. [Consulta: 14 noviembre 2023]

ISSN 14050471. Disponible en: https://www.cgg.com/industry-applications/carbon-storage-and-monitoring?gad_source=1&gclid=EAJaIQobChMIhrOHkpSShQMVr59aBR2cPwQgEAAAYASA AEgKLYfD_BwE

37. **HERRERA CORDOVÉS, M.** *Sobre los Derivados de la Caña*. [en línea] 2017 vol. 51 [Consulta: 20 agosto 2023]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251011>
38. **HESELINK, F., GOLDSTEIN, W., PAUL VAN KEMPEN, P., GARNETT, T. & DELA, J.** *La Comunicación, Educación, y Conciencia Pública (CEPA) Una caja de herramientas para personas que coordinan las Estrategias y planes de acción nacionales sobre diversidad biológica*. [en línea]. Washington-USA: Convention on Biological Diversity [Consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.cbd.int/cepa-toolkit/cepa-toolkit-sp.pdf>
39. **JIMÉNEZ, R., BARNUEVO, E., TIMBE, B. & ASTUDILLO, P.X.** “El uso de gremios tróficos en macroinvertebrados acuáticos como herramienta de monitoreo en los Altos Andes del Sur de Ecuador”. *Neotropical Biodiversity*, [en línea]. 2021 (Ecuador) vol. 7, no. 1, [Consulta: 19 noviembre 2023]. ISSN 23766808. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23766808.2021.1953891>
40. **THE NATURE CONSERVANCY.,** *Manual para la planificación de la conservación ecorregional* [en línea]. 2000 vol 2 no 1-2 [Consulta: 14 noviembre 2023] ISSN 2707-2215. Disponible en: <https://www.conservationgateway.org/ConservationPlanning/SettingPriorities/EcoregionalReports/Documents/ManualPlanificacionConservacionEcorregional.pdf>
41. **LINO SUÁREZ, José Luis.** Comportamiento espacial y temporal de la salinidad de suelos y aguas del centro de apoyo Manglaralto UPSE. [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena-Ecuador 2019. Págs. 50-60 [Consulta: 2023-11-29]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4993>
42. **LONDOÑO PEREIRA, M. & GÓMEZ RAMÍREZ, B.D.** Nitratos y nitritos, la doble cara de la moneda. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, [en línea]. 2021 (Pereira) vol. 4, no. 1, [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISSN 2619564X. Disponible en: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/202>

43. **LÓPEZ, A.S., LÓPEZ, G.G. & FAGILDE ESPINOZA, M.D.C.** Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semidecíduo necrófilo de Cuba Oriental. *Bosque*, [en línea]. 2017 (Cuba) vol. 38, no. 3, [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISSN 07179200. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002017000300003
44. **LÓPEZ VARGAS, Mayra Amanda.** Cancerización fisicoquímica y bacteriológica de aguas de la laguna de Colta de la zona central del Ecuador. (Trabajo de titulación) (Licenciatura). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Laboratorio Clínico. Ambato-Ecuador. 2019. págs.10-45. [Consulta: 2023-11-23]. Disponible en: <https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/Tutoriales/Norma%20ISO%20690.pdf>
45. **LUJÁN, M., DE, R., ORIENTADOR, L., GONZÁLEZ, D.P. & MARÍA MARTÍNEZ, M.** 2010. Estructura de los ensambles de dípteros coprófilos y necrófilos y su variación estacional, en un bosque serrano de Sierra de Minas, Uruguay. [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad de la República. Montevideo - Uruguay. 2010. Págs. 15-28 [Consulta: 2023-11-26]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/1501>
46. **MATAMOROS OJEDA, David Nicolás.** Evaluación de la calidad de agua de tres sitios de visita de la laguna Magtayan-Parque Nacional Sangay mediante macroinvertebrados bentónicos. [En línea]. (Trabajo de titulación) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Chimborazo-Ecuador 2023. págs. 20-23. [Consulta: 2023-11-19]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17597>
47. **MANEJO, Y., LA, D.E. & EN, B.,** 2021. Indicadores de Biodiversidad. *Alianza sobre Indicadores de Biodiversidad* [en línea]. 2021 vol. 1 no. 4 [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISSN 1988-320X. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/meetings/ind/ahteg-sp-ind-01/other/ahteg-sp-ind-01-bipnational-es.pdf>
48. **MENDOZA, M.** Importancia de la identificación de levaduras. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. [en línea]. 2005 (Caracas) v.25 n.1 [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISSN 1315-2556 Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562005000100004
49. **MENDOZA, Z.A.,** Guía de métodos para medir la biodiversidad. [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador 2013. págs. 20-23. [Consulta: 18

- noviembre 2023]. Disponible en: <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
50. **MENESES-CAMPO, Y., CASTRO-REBOLLEDO, M.I. & JARAMILLO-LONDOÑO, A.M.**, Comparison of water quality between two andean rivers by using the BMWP/COL. and ABI. Índices. *Acta Biológica Colombiana*. [En línea]. 2019 (Bogotá) vol. 24, no. 2, [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISSN 19001649. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2051>
 51. **MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO.**, *Restauración Ecológica*. [blog]. Madrid: Boletín Oficial del Estado, 2022. [Consulta: 7 noviembre 2023]. Disponible en: <https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/>.
 52. **MINISTERIO DE TURISMO DEL ECUADOR.** *Manual de Atractivos Turísticos* [en línea]. Quito- Ecuador, 2018. [Consulta: 12 agosto 2023]. Disponible en: <https://amevirtual.gob.ec/wp-content/uploads/2018/06/MANUAL-ATRACTIVOS-TURISTICOS-ilovepdf-compressed-1.pdf>
 53. **MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE.** MANUAL DE CULÍCIDOS (DIPTERA: CULICIDAE) DE LA ZONA NORTE Y CENTRO DE CHILE, INCLUYENDO ISLA DE PASCUA. *Instituto de Salud Pública de Chile* [en línea].2016. (Chile) vol. 1 págs. 60-90 [Consulta: 19 noviembre 2023]. ISBN 9789567770113. Disponible en: <https://www.ispch.cl/sites/default/files/ManualCulicidosV02.pdf>
 54. **MONSALVE-PELAEZ, M., TOVAR-MELÉNDEZ, A. & SALAZAR-ARAUJO, E.** Documentary Review on Sustainable Tourism within the framework of the SDGS. *Journal of Tourism and Development*, [en línea]. 2023 vol. 40, [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISSN 21821453. Disponible en: <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A16%3A7373968/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A164642971&crl=c>
 55. **MONTERO, C., MARÍA, J., GUEVARA GÓMEZ, ELIZABETH, H., AROCUTIPA, F., PEDRO, J., CUADROS, L. & JÉNICA, M.**, Áreas de conocimiento y fases clave en la gestión de proyectos: consideraciones teóricas. [en línea], 2020 [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
 56. **MONTOYA MORENO, Y. & ESCOBAR GUTIÉRREZ, A.F.**, Los macroinvertebrados acuáticos y la calidad biológica del agua en una quebrada andina, Antioquia-Colombia. *Revista Politécnica*, [en línea],2019 vol. 15, no. 29, [Consulta: 20 noviembre 2023] ISSN 1900-2351. Disponible en: <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1477>

57. **MORENO FREITES, Z., ZIRITT TREJO, G. & SILVA, H.**, Universidad del Zulia (LUZ) *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*. [en línea] 2005 vol.4 [Consulta: 20 noviembre 2023] Disponible en: <https://orcid>
58. **MORENO GIL, S., KORSTANJE, M.E. & PICASO PERAL, P.** EL TURISMO COMO OBJETO DE INVESTIGACIÓN. [en línea] 2020 ISSN 2178-9061. [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.18226/21789061.v12i1p81>
59. **MOSQUERA-RESTREPO, D. & PEÑA-SALAMANCA, E.** Evaluación de la calidad del agua de un río tropical usando índices bióticos, fisicoquímicos y de diversidad. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, [en línea] 2021 vol.5 págs. 67-98 [Consulta: 20 noviembre 2023] ISSN 0120-4173. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1379275>
60. **MULLO, Esther. VERA, Víctor & GUILLÉN, Samuel.** *El desarrollo del turismo comunitario en Ecuador: reflexiones necesarias* [en línea]. 2ª ed. Guayaquil-Ecuador, 2019. [Consulta 23 noviembre 2023]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v11n2/2218-3620-rus-11-02-178.pdf>
61. **NIKOLAY AGUIRRE, P.D., et al.** La importancia de las plantas. *Revisión Par Académico* [en línea].2018 vol.1 [Consulta: 20 noviembre 2023] ISBN 978-9978-355-50-3. Disponible en: www.ediloja.com.ec
62. **OSEJOS MERINO, M.A., MERINO CONFORME, M.C., MERINO CONFORME, M.V. & SOLIS BARZOLA, J.L.**, Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua de la parte céntrica del río Jipijapa - Ecuador. *RECIMUNDO*, [en línea]. 2020 (Ecuador) vol. 4, no. 4, [Consulta: 20 noviembre 2023] DOI 10.26820 Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/962>
63. **PATACA RODRÍGUEZ, Félix.** “Desarrollo sostenible desde la educación ambiental en Latinoamérica: Una revisión sistemática”. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, [en línea], 2022. (Perú) vol. 6, no. 3, págs. 309-344. [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISSN 2707-2215. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2348>
64. **PASCUAL, M., BARRAL, M.P., POCA, M., PESSACG, N., SILVA, L.G., ALBARIÑO, R., ROMERO, M.E. & JOBBÁGY, E.G.**, Continental aquatic ecosystems and their services: Approaches and applications in the real world. *Ecologia Austral*, [en línea]. 2022 vol. 32, no. 1,

[Consulta: 20 noviembre 2023] ISSN 1667782X. DOI 10.25260 Disponible en:
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/183557>

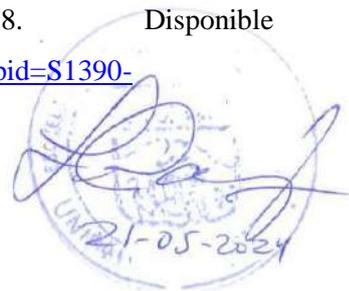
65. **PEREYRA GONZALES, T., PALOMINO ALVARADO, G. & GÁRATE RÍOS, J.** “Desarrollo turístico promotor socioeconómico”. *Revista científica ecociencia*, [en línea]. 2021 vol. 8, no. 2, [Consulta: 20 noviembre 2023] DOI 10.21855/ecociencia.82.483. Disponible en:
<https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/483>
66. **PÉREZ, B.P.** “International Humanities Review”. *Revista Internacional de Humanidades*, [en línea]. 2022 vol. 11, no. Monografico, [Consulta: 20 noviembre 2023] ISSN 26959623. Disponible en:
<https://journals.eagora.org/revHUMAN>
67. **PÉREZ-GARCÍA, J.N.** “Causas de la pérdida global de biodiversidad”. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, [en línea]. 2020 vol.3 págs. 34-65 [Consulta: 20 noviembre 2023] ISSN 0120-4173. Disponible en:
<https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20200109STO69929/perdida-de-biodiversidad-por-que-es-una-preocupacion-y-cuales-son-sus-causas#:~:text=Principales%20causas%20de%20la%20p%C3%A9rdida%20de%20biodiversidad%20en%20el&text=Explotaci%C3%B3n%20directa%20como%20la%20caza.Especies%20ex%C3%B3ticas%20invasoras.>
68. **PONCE Juliana & SAETAMA Joselin.** *Estadísticas de estudio comparativo del método Titrimétrico y Espectrofotometría UV-visible para la determinación de nitrógeno amoniacal en aguas residuales*. [en línea]. Ecuador-Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2023. [Consulta: 8 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ug.edu.ec/statistics/items/0aa3e6a7-631f-4c8e-ab55-04651c189e52>
69. **PLUA PARRALES, N.**, El turismo sostenible en Ecuador. Un análisis desde la jurisdicción ecuatoriana Sustainable tourism in Ecuador. *An analysis from the Ecuadorian jurisdiction Turismo sustentável no Equador. Uma análise da jurisdição equatoriana*. [en línea], 2020 vol. 5, [Consulta: 14 noviembre 2023] DOI 10.23857/pc.v5i9.1773. Disponible en:
<http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>
70. **QUIJADA, G.E.M., BALDERAS, J.M.M., GARZA, E.J.T., CALDERÓN, Ó.A.A., RODRÍGUEZ, E.A. & YAMALLEL, J.I.Y.** Diversity, structure and floristic composition of temperate forests of southern Nuevo León state. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, [en

- línea]. 2020 vol. 11, no. 61, [Consulta: 20 noviembre 2023] ISSN 24486671. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322020000500094&script=sci_abstract&tlng=en
71. **RAMÓN, J. & ROJAS, M.**, 2019. Líneas estratégicas para la conservación de la biodiversidad (Strategic lines for the conservation of biodiversity). *Revista Cien. Tecn. Agrollanía*, [en línea]. 2019 (Venezuela) vol. 18, [Consulta: 20 noviembre 2023] ISSN 2665-0053. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Agrollania/2019/vol18/7.pdf>
72. **RAMÍREZ, Alonso**. Revista de Biología Tropical. *Revista de Biología Tropical* [en línea], 2021 vol. 58, ISSN 0034-7744. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44922967005>
73. **RINCON, J.** Macroinvertebrados de los Ríos del Parque Nacional Cajas. [en línea] 4ª ed. Miami-USA: Proyecto Gutenberg, 2017 [Consulta: 10 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/317416107>
74. **ROMERO CHUQUILÍN, Wilder Yoner**. *Diversidad, composición florística y estructura de los relictos boscosos de Ramírez y El Mirador, distrito de Chugur, Hualgayoc*. [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca – Perú. 2019. Págs. 45-70 [Consulta: 2023-11-20]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3551>
75. **ROCÍO, D. & JIMÉNEZ, H.** Organizaciones no gubernamentales y social media. Análisis de las estrategias comunicativas. [en línea] 4ª ed. Miami-USA: Proyecto Gutenberg, 2015 [Consulta: 11 noviembre 2023]. Disponible en: <http://orcid.org/0000-0002-1199-3816>
76. **ROCÍO, E. & PIÑEROS, M.** Dinámicas ecológicas de los ecosistemas acuáticos: Un material educativo pensado para estudiantes de la Licenciatura en Biología de la UPN. [en línea] Universidad Pedagógica Nacional Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de biología 2021 [Consulta: 12 noviembre 2023]. Disponible en: <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/16452>
77. **ROLDÁN PÉREZ, Gabriel.** Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. *Fondo para la Protección del Medio Ambiente* [en línea] 1988 vol. 3 págs. 45-89 [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISBN 9589129048. Disponible en: <https://ianas.org/wp-content/uploads/2020/07/wbp13.pdf>

78. **ROMERO TORRES, M. & ACOSTA, A.** Conocimiento científico permeando la política ambiental. [en línea]. 2012 [Consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/276205840>
79. **RÚA GIRALDO, Á.L.**, Taxonomía de los hongos: un rompecabezas al que le faltan muchas piezas. *Biomédica*, [en línea]. 2023 vol. 43, no. Sp. 1, [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISSN 0120-4157. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/7052>
80. **SALAS, J.M.C., TETTO, A.F., REYNEL, C.A., SOUSA, N.J., TRES, A., MICALOSKI, M.M. & FLORES, G.J.O.** Una metodología para evaluar el manejo del turismo en áreas naturales protegidas. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, [en línea]. 2019 vol. 7, no. 4, [Consulta: 18 noviembre 2023]. DOI 10.20873 Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338289270_Una_metodologia_para_evaluar_el_manej_o_del_turismo_en_areas_naturales_pro-tegidas
81. **SAMIR, J., FLORES, M., CLAVE, P., MÓVIL, A., PROTEGIDA, Á., SAMIR, S.-1 & FLORES MIRANDA, J.**, Fides et Ratio - *Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia* [en línea]. 2019, vol.17, n.17, pp.215-238. [Consulta: 14 noviembre 2023]. ISSN 2071-081X. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2019000100011&script=sci_abstract
82. **SIGLER, P.W.A. & BAUDER, J.** *Nitrato y Nitrito* [blog]. [Consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: <http://www.epa.gov/>
83. **SIMANCAS, M., RAÚL HERNÁNDEZ, C., NOEMÍ, M. & FUMERO, P.** *Transición hacia un Turismo Sostenible Perspectivas y propuestas para abordar el cambio desde la Agenda 2030*. [blog]. [Consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=925698>
84. **SOCIEDAD, U.Y., DEL, E., ROMERO, C.M., MANUEL, V., PEÑA, V., RICARDO, S., HERRERA, G. & ROMERO, M.**, Volumen 11| Número 2 | Febrero. [en línea], 2019. [Consulta: 14 noviembre 2023]. ISSN 2218-3620. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-4013-261X>
85. **SOUZA, N.N.S. de, IRVING, M.D.A., SOUZA, C.D.M. e & LIMA, M.A.G.** Turismo étnico indígena: definición conceptual, potencialidades y desafíos en Brasil. *Turismo - Visão e Ação*, [en

línea], 2021 vol. 23, no. 2, [Consulta: 14 noviembre 2023] ISSN 1415-6393. Disponible en:
<https://www.scielo.br/j/tva/a/pcJQx7HV5XDFZ5TZCqQs8tM/>

86. URSELER, N.L., BACHETTI, R.A., DAMILANO, G., MORGANTE, V., INGARAMO, R.N., SAINO, V. & MORGANTE, C.A., Microbiological quality and uses of groundwater in the agricultural farms in the central-south area of Córdoba, Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, [en línea], 2019 vol. 35, no. 4, [Consulta: 14 noviembre 2023] ISSN 01884999. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992019000400839&script=sci_abstract&lng=en
87. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. 2007. Revista Mexicana de Biodiversidad. *Revista Mexicana de Biodiversidad* [en línea], 2007 vol. 78, no. 2, [Consulta: 20 noviembre 2023] ISSN 1870-3453. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42578206>
88. ZUAZAGOITIA REY-BALTAR, D., ARAGÓN, L., RUIZ GONZÁLEZ, A. & GOZALBO, M.E. ¿Podemos cultivar este suelo? Una secuencia didáctica para futuros maestros contextualizada en el huerto. *Revista Investigación en la Escuela*, [en línea] 2021 no. 103 [Consulta: 14 noviembre 2023] ISSN 02137771. Disponible en: <https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/15449>
89. ZUÑIGA-COLLAZOS, A., GÓMEZ-LÓPEZ, J.M., RÍOS-OBANDO, J.F. & VARGAS-GARCÍA, L.M., Innovation and public policies as factors to promote the development of tourism organizations in Colombia. *Retos(Ecuador)*, [en línea] 2023 vol. 13, no. 26, [Consulta: 14 noviembre 2023] ISSN 13908618. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1390-86182023000200341&lng=en&nrm=iso



ANEXOS

ANEXO A: FICHA DE LA FAMILIA ASHNIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 001
Taxonomía			
Filo: Artrópodo	Clase: Insecta	Orden: Odonata	Familia: <i>Ashnidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 7	ABI: 6	ASPT: 7	
Descripción de la familia de macroinvertebrado			
<p>La familia <i>Ashnidae</i> se caracteriza por ser una familia representada en estado de madurez como libélulas de vuelo rápido. Son conocidos como <i>anisópteros</i> de gran tamaño. Dentro de sus características morfológicas se destaca el de poseer un labio plano, con antenas filamentosas y un gran abdomen de tipo alargado que ocupan entre un 60% a un 70% del total del cuerpo (Ramírez, 2010, pág. 114). Por lo general son de color pardo tendiendo a oscuro con bandas palidas de color amarillo, azul o verde oscuro. Poseen ojos grandes y se localizan cerca de la cabeza. El vértex presenta tuberculos con ocelos (Escoto et al., 2014, pág.210).</p>			
Hábitat			
<p>Se los puede encontrar a más de 3.000 msnm, habitando cuerpos lénticos y lóticos con vegetación. Cuando presentan un estado larvario (ninfas) se las puede encontrar en la hojarasca del agua y por la noche salen sobre el fondo del agua. Muchas especies de estas familias se las encuentra durante todo el año. Pero las que habitan en charcas o charcos suelen ser comunes en épocas lluviosas (Ramírez, 2010, pág. 114).</p>			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO B: FICHA DE LA FAMILIA COENAGRIONIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta-Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 002
Taxonomía			
Filo: Artrópodo	Clase: Insecta	Orden: Odonata	Familia: <i>Coenagrionidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 6	ABI: 6	ASPT: 6	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
La familia <i>Coenagrionidae</i> presenta un cuerpo de tamaño mediano tendiendo a pequeño, con una longitud aproximada de 20 a 45 milímetros, su cuerpo es estrecho al igual que sus patas. Tiene un abdomen corto y una cabeza alargada y ojos separados. Cuando son adultos son de color pálido con una coloración castaña clara y líneas o manchas claras. Sus alas son angostas y tienen pequeñas venaciones (López et al., 2017, pág. 416).			
Hábitat:			
Se distribuye sobre el 3.000 msnm y habitan cuerpos de agua lóticos como quebradas o ríos. Las ninfas habitan diversos microhábitats, pero suelen preferir espacios rápidos, pedregosos y con vegetación en la orilla. Muchas especies de esta familia son tolerantes a la contaminación y otras se consideran sensibles (Ramírez, 2010, pág. 108).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO C: FICHA DE LA FAMILIA LIMONIIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 003
Taxonomía			
Filo: Artrópodo	Clase: Insecta	Orden: Díptera	Familia: <i>Limoniidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 0	ABI: 4	ASPT: 0	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
Larvas similares a las de la familia <i>Tipulidae</i> , sin embargo, se diferencian de estas debido a su tamaño y su color claro, su cuerpo es cilíndrico y algo alargado, además de poseer una cápsula cefálica retraída y oculta entre el tórax del individuo. Los espiráculos en la parte anterior se encuentran ausentes (González et al., 2019, pág. 128).			
Hábitat:			
Se los encuentra en aguas con movimiento y suelen alimentarse de las partículas que se encuentran sobre la superficie del agua (González et al., 2019, pág. 128).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO D: FICHA DE LA FAMILIA CULICIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 004
Taxonomía			
Filo: Artrópodo	Clase: Insecta	Orden: Díptera	Familia: <i>Culicidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 2	ABI: 2	ASPT: 2	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
<p>La familia <i>Culicidae</i> en estado larvario tiene un cuerpo con diversas setas. Tiene una cabeza con antenas separadas en un segmento y nace desde la anterolateral de su cabeza. Tiene un cepillo labral con pelos finos y reducidos. Su tórax se compone de 3 segmentos fusionados en diversas setas y con mechones laterales y pequeños. Su abdomen tiene 10 segmentos, con espiráculos y un órgano respiratorio. Cuando son pupas presentan un tórax fusionado y una cabeza prominente. Su abdomen tiene 9 segmentos y tienen diversas setas distribuidas a lo largo de su cuerpo (González et al., 2016, págs. 16-19).</p>			
Hábitat:			
<p>Se las puede encontrar en una variedad de microhábitats, en cuerpos de agua permanentes o temporales. Se alimentan de partículas de microorganismos o partículas en suspensión. Se los puede encontrar en lagos, pantanos, ciénagas, charcos, hojarasca, orillas o ríos. Las cuales tienen aguas estancadas, salobres o con marismas (González et al., 2016, págs. 16-19).</p>			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO E: FICHA DE LA FAMILIA CHIRONOMIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 005
Taxonomía			
Filo: Artrópodo	Clase: Insecta	Orden: Díptera	Familia: <i>Chironomidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 2	ABI: 2	ASPT: 2	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
<p>Posee una longitud de 20 milímetros, con una cápsula y 12 segmentos postcefálicos, los primeros 3 se encuentran junto al segmento cefálico, la unión de ambos crea el cefalotórax. Poseen antenas poco desarrolladas con 8 antenitos sésiles. En el vientre existe una placa mentoniana alargada, dentada y con proyecciones laterales. Tienen mandíbulas bien desarrolladas y setas en forma de peine. Su cuerpo está dispuesto de pelos ordenados en forma de mechones y distribuidos de forma irregular (Paggi et al., 2001, págs. 250-251).</p>			
Hábitat:			
<p>Se los puede encontrar en lugares protegidos de corrientes y remasados. Se asocian a sustratos blandos, fangosos, semiblandos, limosos, arcillosos, arenosos o con rocas. Además de vegetación sumergida u organismos como larvas de insectos, esponjas, moluscos y briozoos (Paggi et al., 2001, págs. 250-251).</p>			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO F: FICHA DE LA FAMILIA HYDROPHILIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 006
Taxonomía			
Filo: Artrópodo	Clase: Insecta	Orden: Coleóptera	Familia: <i>Hydrophilidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 3	ABI: 3	ASPT: 3	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
Tienen un cuerpo alargado de entre 35 a 45 milímetros, presentan un dorso convexo y plano, son de color verde pardusco tendiendo a ser oscuro. Tienen palpos y antenas de color rojo amarillento. En el dorso tienen un glabro y en el vientre bellos pubescentes de color amarillo rojizo, los élitros son pequeños, pero con una espina larga en el centrito abdominal (Pérez y Morón, 2013, pág.142).			
Hábitat:			
Pueden encontrarse en hábitats terrestres o acuáticos, los que son acuáticos se sumergen y nadan en el agua, se hallan sobre charcos hasta en orillas del río o lagos. Las aguas estancadas o corrientosas son lugares ideales para desarrollarse. Son considerados como familias con una alta tolerancia a la contaminación (Girón, 2018, pág. 57).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO G: FICHA DE LA FAMILIA CORIXIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 007
Taxonomía			
Filo: Artrópodo	Clase: Insecta	Orden: Heteroptera	Familia: <i>Corixidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 5	ABI: 5	ASPT: 5	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
La familia <i>Corixidae</i> tiene una longitud de 7 a 8 milímetros, de color amarillento tendiendo a castaño, su pronoto tiene bandas transversales de color cede y con un escudete el cual se encuentra cubierto por el mismo pronoto (Roldán, 2003, pág. 85).			
Hábitat:			
Se los encuentra en estanques, lagos y ríos con una gran cantidad de vegetación acuática, las aguas en donde habitan son de tipo oligomesotróficas así como eutróficas (Roldán, 2003, pág. 85).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO H: FICHA DE LA FAMILIA NOTONECTIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	Nº Ficha: 008
Taxonomía			
Filo: Artrópodo	Clase: Insecta	Orden: Heteroptera	Familia: <i>Notonectidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 7	ABI: 6	ASPT: 7	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
La familia presenta un cuerpo ovalado elongado, de colores claros y sin bandas oscuras en el dorso. Sus ojos son reniformes y grandes con una cara exterior y sin ocelos. En las antenas se presentan 4 segmentos escondidos entre el tórax y la misma cabeza. Sus patas delanteras y posteriores son aplanadas, esta condición le permite nadar. Los individuos de esta familia tienen dos uñas tarsales, escutelo ligeramente visible, vientre de longitud medial con vellos protectores (Triana, 2020, pág. 22).			
Hábitat:			
Se encuentran en ecosistemas con aguas dulces, lagos, albercas y estanques (Triana, 2020, pág. 22).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO I: FICHA DE LA FAMILIA HYALELLIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta-Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	Nº Ficha: 009
Taxonomía			
Filo: Artrópodo	Clase: Malacostraca	Orden: Amphipoda	Familia: <i>Hyaellidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 7	ABI: 6	ASPT: 7	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
La familia <i>Hyaellidae</i> tiene un cuerpo que mide entre los 5 milímetros a 10 milímetros, presentan un color blanco a amarillo, con ojos pequeños y sin palpo mandibular. No tiene un caparazón ya que su cuerpo es ligeramente comprimido (Velastegui, 2020, pág. 7).			
Hábitat:			
Pueden vivir en aguas con poca corriente y en quebradas. Esta familia se presenta en estos hábitats debido a materia orgánica, la cual se allá en descomposición, de este modo las formaciones de las poblaciones son densas (Velastegui, 2020, pág. 7).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO J: FICHA DE LA FAMILIA DUGESSIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 010
Taxonomía			
Filo: Platyhelminthes	Clase: Turbellaria	Orden: Tricladida	Familia: <i>Dugessidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 6	ABI: 5	ASPT: 6	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
Tienen un tamaño de entre 13 milímetros y 3 milímetros, tiene un dorso de color café con ciertas manchas de color café oscuro. La franja café se distribuye a lo largo de todo el cuerpo, esta comienza desde la parte anterior a las diferentes manchas cerca de los óculos. Con respecto a su vientre existe un café pálido tendiendo a claro, sin la presencia de manchas (Muñoz, 2007, pág. 293).			
Hábitat:			
Se los puede encontrar en ramas, sustratos, hojas, troncos y piedras. Además de estar presentes en aguas con poca profundidad estancadas o con corriente. Los individuos de esta familia viven en aguas oxigenadas y son resistentes a la contaminación (Roldán, 2003, pág. 9).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO K: FICHA DE LA FAMILIA GLOSSIPHONIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta-Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 011
Taxonomía			
Filo: Annelida	Clase: Hirudinea	Orden: Rinchobdellida	Familia: <i>Glossiphonidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 4	ABI: 3	ASPT: 4	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
Su cuerpo es alargado, por tal motivo no suele presentar regiones diferenciadas, en algunos individuos se observa cuerpos ovalados con cuna cabeza redondeada, la cual se direcciona desde una ventosa ventral. El cuerpo se encuentra compuesto por 34 segmentos en forma de anillos, presentan un tamaño variable el cual va desde los 7 milímetros a los 39 milímetros (Rincon, et al, 2017, pág. 19).			
Hábitat:			
Esta familia se encuentra compuesta por aquellas sanguijuelas presentes en aguas dulces con poca profundidad y poca corriente. Suelen esconderse de la luz solar, por tal motivo se la encuentra por debajo de sustratos, vegetación y piedras de pequeño tamaño (Rincon, et al, 2017, pág. 19).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO L: FICHA DE LA FAMILIA HYDRIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 012
Taxonomía			
Filo: Coelenterata	Clase: Hydrozoa	Orden: Hidroidea	Familia: <i>Hydridae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 4	ABI: N/A	ASPT: 4	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
La familia <i>Hydridae</i> presenta un cuerpo tubular de entre 1 milímetro a 20 milímetros, por lo general de color blanco, adheridos a diversos sustratos. Su cuerpo puede llegar a tener de 10 a 12 tentáculos con células de tipo urticante capaces de atrapar a sus presas. Se regeneran con una gran capacidad y se reproducen de forma sexual y asexual (González et al., 2019, pág. 28).			
Hábitat:			
Habitan aguas con corrientes con algo de profundidad, se las puede encontrar adheridas a la vegetación, troncos y pequeñas rocas. Suele desarrollarse en temperaturas no mayores a las 20 °C, las aguas con esta condición son ligeramente oxigenadas y duras (Roldán, 1996, pág. 9).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO M: FICHA DE LA FAMILIA LUMBRICIDAE

<p align="center">Ficha de identificación de macroinvertebrados</p>			
<p>Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama</p>			
<p>Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador</p>	<p>Laguna: Colta</p>	<p>Código del sitio: 7B1-7B2-7B3</p>	<p>N° Ficha: 013</p>
<p>Taxonomía</p>			
<p>Filo: Annelida</p>	<p>Clase: Oligochaeta</p>	<p>Orden: Crassicitellata</p>	<p>Familia: Lumbricidae</p>
<p>Puntuación por los índices biológicos</p>			
<p>BMWP/COL: N/A</p>		<p>ABI: 1</p>	<p>ASPT: N/A</p>
<p align="center">Descripción de la familia de macroinvertebrado:</p>			
<p>Su cuerpo es de tipo cilíndrico y se encuentra segmentado por metámeros es decir con la presencia de setas, son de tamaño variable entre pequeños y grandes (González et al., 2019, pág. 150).</p>			
<p align="center">Hábitat:</p>			
<p>Son organismos muy resistentes a la contaminación debido a la tolerancia que presenta a aguas contaminadas, su alimentación es obtenida a partir de algas y filamentos (González et al., 2019, pág. 150).</p>			
<p align="center">Fotografías</p>			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO N: FICHA DE LA FAMILIA TUBIFICIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 014
Taxonomía			
Filo: Annelida	Clase: Oligochaeta	Orden: Haptolaxida	Familia: <i>Tubificidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 1	ABI: 1	ASPT: 1	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
La familia <i>Tubificidae</i> tiene una longitud de 1 milímetro a 30 milímetros. Su cuerpo es alargado y se encuentra segmentado con pequeños bellos (Roldán, 2003, pág. 124).			
Hábitat:			
Habitan en aguas con características de eutrofización, en fonde con características lodosas y con material orgánica en proceso de descomposición. Suelen ser rojas debido a la hemoglobina existente en sus cuerpos. Resisten a condiciones de contaminación. Con altas concentraciones de oxígeno y sustancias tóxicas tales como: pesticidas, herbicidas y detergentes (Roldán, 2003, pág. 124).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO O: FICHA DE LA FAMILIA PHYSIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 015
Taxonomía			
Filo: Annelida	Clase: Gastrópoda	Orden: Basomatophora	Familia: <i>Physidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 3	ABI: 3	ASPT: 3	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
La familia <i>Physidae</i> presenta ausencia de opérculo, detalles de rádula en forma de un espiral es decir de una concha de derecha a izquierda. Tienen una apariencia circular y globosa con colores claros (Roldán,1996, pág. 210).			
Hábitat:			
Esta familia habita en diferentes tipos de aguas y son consideradas como tolerantes a la contaminación (Roldán,1996, pág. 210).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO P: FICHA DE LA FAMILIA PLANORBIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 016
Taxonomía			
Filo: Annelida	Clase: Gastrópoda	Orden: Basomatophora	Familia: <i>Planorbidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 5	ABI: 3	ASPT: 5	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
Tiene una concha en forma aplanada, presentando un espiral de tipo planiespiral (González et al., 2019, pág. 25).			
Hábitat:			
Se pueden encontrar en aguas con condiciones moderadas a la contaminación entre el sustrato y las macrófitas (Roldán, 2003, pág. 103).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO Q: FICHA DE LA FAMILIA EMPIDIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 017
Taxonomía			
Filo: Artrópodo	Clase: Insecta	Orden: Diptera	Familia: Empididae
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 4	ABI: 4	ASPT: 4	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
Son larvas de tipo apnéusticas con la presencia de lóbulos en forma de caudales o con algunos tubérculos, los cuales terminan en pequeños filamentos de setas. En todo el abdomen existe entre 7 a 8 propatas distribuidos de forma regular (González et al., 2019, pág. 144).			
Hábitat:			
Las larvas de esta familia son depredadoras de pequeñas especies, se las puede encontrar en el sustrato del agua, en pedazos de madera en condiciones de descomposición, macrófitas y hojarascas (Remedios, 2010, pág. 17).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO R: FICHA DE LA FAMILIA SYRPHIDAE

Ficha de identificación de macroinvertebrados			
Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama			
Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador	Laguna: Colta	Código del sitio: 7B1-7B2-7B3	N° Ficha: 018
Taxonomía			
Filo: Artrópodo	Clase: Insecta	Orden: Diptera	Familia: <i>Syrphidae</i>
Puntuación por los índices biológicos			
BMWP/COL: 2	ABI: 1	ASPT: 2	
Descripción de la familia de macroinvertebrado:			
Son larvas con forma muy variable, tienen un esqueleto reducido, su parte anterior tiene la apariencia de roma, el extremo del abdomen tiene un sifón con espiráculos ideales para la respiración además pueden presentar pseudopatas en la parte abdominal (Gonzáles et al., 2019, pág. 148).			
Hábitat:			
Son cosmopolitas y viven en aguas con condiciones de contaminación alta y eutrofizadas (Gonzáles et al., 2019, pág. 148).			
Fotografías			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO S: FICHA DE LA FAMILIA DYTISCIDAE

<p align="center">Ficha de identificación de macroinvertebrados</p>			
<p>Investigador: Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama</p>			
<p>Lugar: Colta- Chimborazo-Ecuador</p>	<p>Laguna: Colta</p>	<p>Código del sitio: 7B1-7B2-7B3</p>	<p>N° Ficha: 019</p>
<p>Taxonomía</p>			
<p>Filo: Artrópodo</p>	<p>Clase: Insecta</p>	<p>Orden: Coleoptera</p>	<p>Familia: <i>Dytiscidae</i></p>
<p>Puntuación por los índices biológicos</p>			
<p>BMWP/COL: N/A</p>	<p>ABI: 3</p>	<p>ASPT: N/A</p>	
<p align="center">Descripción de la familia de macroinvertebrado:</p>			
<p>Los adultos de esta familia poseen metacoxas, las cuales suelen sobrepasar el primer segmento localizado en el abdomen. Mientras que las larvas de esta familia tienen patas con la presencia de dos uñas de tipo tarsales. Los adultos presentan colores oscuros y tamaños desde 1 milímetro a los 50 milímetros. Tienen una uniformidad de tipo globosa. Sus antenas son filiformes y son del tamaño del cuerpo, sus patas son adaptadas a la natación. Las larvas son de color claro y presentan un aparato bucal ideal para succionar líquidos. El segmento abdominal tiene espiráculos, cualidad que le permite respirar (González et al., 2019, pág. 61).</p>			
<p align="center">Hábitat:</p>			
<p>Se pueden desarrollar en diversos hábitats tales como charcas, ríos, humedales, lagos, lagunas, arroyos y ambientes fitotelmatas, se los puede localizar hasta los 5.000 msnm, aunque existe una mayor representatividad en zonas mucho más bajas (González et al., 2019, pág. 61).</p>			
<p align="center">Fotografías</p>			
			

Realizado por: Rodríguez, E., 2024.

ANEXO T: FICHA DE CONDICIÓN AMBIENTAL

SAMPLING PROTOCOL: SITE DESCRIPTION

OBJECTIVE: the objective of this instrument is to describe the physical conditions of the sampling site and its environment (Physical parameters, location, climate, aquatic vegetation, shading, land use, and morphology).

1. GENERAL DATA

- **Lagoon name:** Colta

- **Sample ID:** 7B1

- **Protected lagoon in SNAP:** _____ **Non Protected lagoon in SNAP:** X

- **Time and date:** 23/06/2023 08:53 a.m.

- **Investigator:** Evelyn Rodriguez

Physical Parameters of water (immerse the probe 15-20 cm)

pH	Temperature	Electrical conductivity	Chlorophyll	
9,04	16,2°C	944 µs/cm		
Turbulence	Dissolved oxygen		Total dissolved solids	Salinity
	11,89 mg/l	179,9 %	467 mg/l	

Coordinates:	Latitud: 749149 Longitud: 9809155
Altitude of sampling site [m.a.s.l]:	3315
Ambient temperature and humidity:	Temperature: 16,2 °C Humidity: 48%
Location (province-canton-parish-community or sector):	Chimborazo- Colta – Villa La union
Photos of the sampling location (numbering the photos) - Photo of the sampling point (front) <p style="text-align: center;">Photo 01</p>	



- 360° photo

Photo 02



- Left shore

Photo 03



- Right shore

Photo 03



- Substrate

Photo 04



Description of sites:

- Type of lagoon (lotic or lentic)
 - Origin, shape and size of the lagoon
 - Climate conditions of the lagoon
 - Activities inside the lagoon
 - Activities around the lagoon
 - Threats of the lagoon (anthropic and natural)
- Characteristics of the sampling site
- type of vegetation (herbaceous, creeping, shrub, native vegetation)
 - fauna (presence of native animals)
 - shape of the sampling site (if it is flat, if it has a slope, etc.)
 - Affections of the type of sampling in a general way

La laguna de Colta es de tipo lótica, tiene un área de 186,32 hectáreas y un perímetro de 8365,6 m. Los datos climatológicos promedios de la laguna son: temperatura 16°C, evapotranspiración 38 mm/día y precipitación 799 mm.

Es un atractivo de categoría Sitios Naturales y jerarquía II, se encuentra fuera de área protegida, esta laguna es utilizada para el turismo. En su interior hay diversas especies de aves nativas.

El sitio de muestreo se encuentra en un área urbana y de pastoreo de animales, aquí se puede observar la presencia de fauna nativa como exótica. En el agua del sitio de muestreo existe abundante presencia de macrófitas, basura de tipo inorgánica. La vegetación que rodea el sitio de muestreo es nativa y exótica. La forma del sitio es vertical con una pendiente entre 60° a 80°. Los principales impactos que se encuentran alrededor del sitio de visita son basura de tipo inorgánico como papel, envolturas de snacks, palos de helados y chupetes y presencia de fundas de basura.

2. LAND USE

Land use of the shore top (usar 50 de largo y 10 de ancho)

Type of land use	% on left shore	% on right shore	Dominant (X)
Native vegetation	5	5	
Exotic vegetation	20	20	X
Arable land			
Animal grass area			
Animal trough area	5	5	
Residential areas	5	5	
Road, paths	10	10	
Urban area			
Quarrying or mining			
Orchard			
Other	15	20	Infraestructura de manejo

3. SHADING (to evaluate the shading use 50 meters long by 10 meters wide of the edge of the lake)

not shaded	
partly shaded, limited stretch <33%	X
partly shaded, longer stretch 33-90%	
partly shaded, whole stretch >90%	
completely shaded, limited stretch >33%	
completely shaded, longer stretch 33-90%	
completely shaded, whole stretch >90%	

4. AFFECTATIONS

Anthropic and natural affectations on the sampling site (take pictures)

Affectations	(X)	Describe
Presence of feces cattle		
Presence of garbage	X	Presencia de basura como envolturas de snacks
Burned vegetation		
Bad agricultural practices		
Human Settlement Downloads		
Roads		
Landslides		
Presence of volcanic ash		
Others		

Others: _____



5. AQUATIC VEGETATION

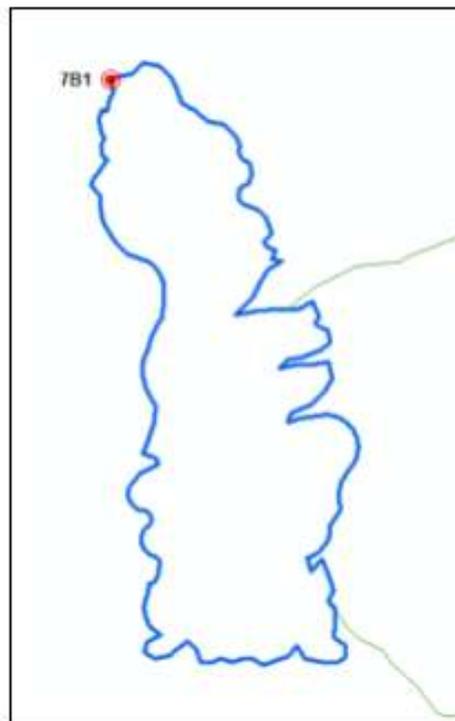
Presence of macrophytes (% of the bed covered by Macrophytes) (use 50 long and 10 wide from the edge of the lake)



	Submerged aquatic macrophytes	Emerged aquatic macrophytes	Floating aquatic macrophytes
Contiguous			
Interrupted			
Abundant = 75-100%	X	X	
Common = 50-75%			
Frequent = 25-50%			X
Occasional = 5-25%			
Rare = 1-5%			
Invisible			

6. MORPHOLOGY

Drawing of the lagoon (indicate sampling points and water outlet or inlet)



Lagoon sampling site morphology (use 50 long and 10 wide from the edge of the lake)

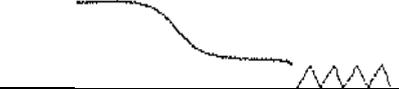
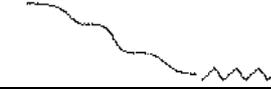
- Shore (lake shore)

Erosion	Absent/Limited/Abundant
Curvature erosion	Absent/Limited/Abundant

Width-erosion	Absent/Limited/Abundant
---------------	-------------------------

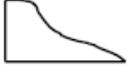
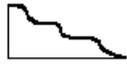
• **Profile of the shore (lake shore)**

Choose one category for each shore

Vertical <input checked="" type="checkbox"/>	Steep (>45°) <input type="checkbox"/>
	
Gradually not trampled <input type="checkbox"/>	Composite not trampled <input type="checkbox"/>
	

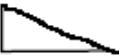
• **Shore shape (lake shore)**

Choose one category for each shore

Concave <input type="checkbox"/>	Convex <input type="checkbox"/>	Stepped <input type="checkbox"/>
		
Wide lower bench <input checked="" type="checkbox"/>	Undercut <input type="checkbox"/>	
		

• **Shore slope (lake shore)**

Choose one category for each shore

Vertical 80-90° <input type="checkbox"/>	Steep 60-80° <input checked="" type="checkbox"/>	Moderate 30-60° <input type="checkbox"/>
		
Low 10-30° <input type="checkbox"/>	Flat <10° <input type="checkbox"/>	
		

• **Sludge layer**

invisible	absent	<5cm	5 - 20 cm	> 20 cm
-----------	--------	------	-----------	---------

- Dead wood**

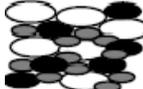
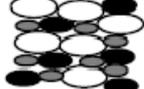
Twigs d<3cm	Branches 3-30 cm	Branch >30 cm
Absent	Absent	Absent
Limited	Limited	Limited
Abundant	Abundant	Abundant

- Mineral substrates/Shore material (use 50 long and 10 wide from the edge of the lake)**

Limited %	0	0-20	20-40	40-60	60-80	>80
Invisible						
Boulder (D>256mm)						
Cobble (D=64-256mm)						
Gravel (D=2-64mm)				X		
Sand (D=0.062-2mm)						
Silt (D=4-62 um)						
Clay (D=0.24-4um)						

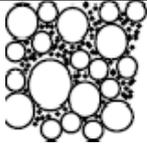
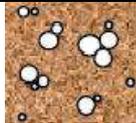
- Bed compaction**

Choose one category only

Tightly packed, armoured		Packed, unarmoured	
	<input type="checkbox"/> Array of sediment sizes, overlapping, tightly packed and very hard to dislodge		<input type="checkbox"/> Array of sediment sizes, overlapping, tightly packed but can be dislodged with moderate
Moderate compaction		Low compaction (1)	
	<input type="checkbox"/> Array of sediment sizes, little overlapping, some packing but can be dislodge with moderate		<input type="checkbox"/> Limited range of sediment sizes, little overlapping, some packing and structure but can be dislodged very easily
Low compaction (2)			
	<input checked="" type="checkbox"/> X Loose array of fine sediments, no overlapping, no packing and structure and can be dislodged very easily		

• **Sediment matrix**

Choose one category only

Bedrock		Open framework	
	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Matrix filled contact framework		Framework dilated	
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
		5-32% fine sediment, moderate availability of interstitial spaces	32-60% fine sediment, low availability of interstitial spaces
Matrix dominated			
	<input type="checkbox"/>	>60% fine sediment, interstitial spaces virtually absent	

• **Sediment angularity**

Choose one category only / Assess cobble, pebble and gravel fractions only

Very angular	<input type="checkbox"/>	Angular	<input type="checkbox"/>	Sub-angular	<input type="checkbox"/>
					
Rounded	<input type="checkbox"/>	Well rounded	<input type="checkbox"/>	Cobble, pebble and gravel fractions not present	<input checked="" type="checkbox"/>
					

SAMPLING PROTOCOL: SITE DESCRIPTION

OBJECTIVE: the objective of this instrument is to describe the physical conditions of the sampling site and its environment (Physical parameters, location, climate, aquatic vegetation, shading, land use, and morphology).

7. GENERAL DATA

- **Lagoon name:** Colta
- **Sample ID:** 7B2
- **Protected lagoon in SNAP:** **Non Protected lagoon in SNAP:** _____ **X**_____
- **Time and date:** 23/06/2023 10:07 a.m.
- **Investigator:** Evelyn Rodriguez

Physical Parameters of water (immerse the probe 15-20 cm)

pH	Temperature	Electrical conductivity	Chlorophyll
8,14	16,3°C	897 µs/cm	
Turbulence	Dissolved oxygen		Total dissolved solids
	16,97 mg/l	257 %	441 mg/l
			Salinity

Coordinates:	Latitud: 749432 Longitud: 9809173
Altitude of sampling site [m.a.s.l]:	3315
Ambient temperature and humidity:	Temperature: 18,3 °C Humidity: 37%
Location (province-canton-parish-community or sector):	Chimborazo- Colta – Villa La unión
Photos of the sampling location (numbering the photos)	
- Photo of the sampling point (front)	
Photo 01	



- 360° photo

Photo 02



- Left shore

Photo 03



- Right shore

Photo 03



- Substrate

Photo 04



Description of sites:

- Type of lagoon (lotic or lentic)
- Origin, shape and size of the lagoon
- Climate conditions of the lagoon
- Activities inside the lagoon
- Activities around the lagoon
- Threats of the lagoon (anthropic and natural)

Characteristics of the sampling site

- type of vegetation (herbaceous, creeping, shrub, native vegetation)
- fauna (presence of native animals)
- shape of the sampling site (if it is flat, if it has a slope, etc.)
- Affections of the type of sampling in a general way

La laguna de Colta es de tipo lótica, tiene un área de 186,32 hectáreas y un perímetro de 8365,6 m. Los datos climatológicos promedios de la laguna son: temperatura 16°C, evapotranspiración 38 mm/día y precipitación 799 mm.

Es un atractivo de categoría Sitios Naturales y jerarquía II, se encuentra fuera de área protegida, esta laguna es utilizada para el turismo. En su interior hay diversas especies de aves nativas.

El sitio de muestreo se encuentra en un área urbana y de pastoreo de animales, aquí se puede observar la presencia de fauna nativa como exótica. En el agua del sitio de muestreo existe abundante presencia de macrófitas, basura. La vegetación que rodea el sitio de muestreo es nativa y exótica. La forma del sitio

es vertical con una pendiente entre 60° a 80°. Los principales impactos que se encuentran alrededor del sitio de muestreo es la presencia de basura como fundas plásticas, envolturas de snacks, papel higiénico, erosión del suelo y presencia de fecas animales y humanas

8. LAND USE

Land use of the shore top (usar 50 de largo y 10 de ancho)

Type of land use	% on left shore	% on right shore	Dominant (X)
Native vegetation	5	5	
Exotic vegetation	20	20	X
Arable land			
Animal grass area	5		
Animal trough area	5	5	
Residential areas	5	5	
Road, paths			
Urban area	5	5	
Quarrying or mining			
Orchard			
Other	5	5	Infraestructura de uso privado (cooperativa)

9. SHADING (to evaluate the shading use 50 meters long by 10 meters wide of the edge of the lake)

not shaded	
partly shaded, limited stretch <33%	
partly shaded, longer stretch 33-90%	X
partly shaded, whole stretch >90%	
completely shaded, limited stretch >33%	
completely shaded, longer stretch 33-90%	
completely shaded, whole stretch >90%	

10. AFFECTATIONS

Anthropic and natural affectations on the sampling site (take pictures)

Affectations	(X)	Describe
Presence of feces cattle		
Presence of garbage	X	Presencia de basura como fundas de basura , papel higiénico y envolturas de snacks
Burned vegetation		
Bad agricultural practices	X	Presencia de fecas animals
Human Settlement Downloads		
Roads		
Landslides		
Presence of volcanic ash		
Others	X	Fecas de origen humano

Others: _____

Photo 05	Photo 06
	

11. AQUATIC VEGETATION

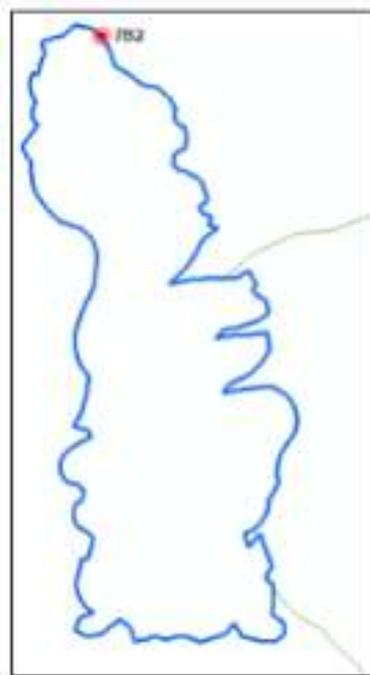
Presence of macrophytes (% of the bed covered by Macrophytes) (use 50 long and 10 wide from the edge of the lake)



	Submerged aquatic macrophytes	Emerged aquatic macrophytes	Floating aquatic macrophytes
Contiguous			
Interrupted			
Abundant = 75-100%	X		
Common = 50-75%		X	X
Frequent = 25-50%			
Occasional = 5-25%			
Rare = 1-5%			
Invisible			

12. MORPHOLOGY

Drawing of the lagoon (indicate sampling points and water outlet or inlet)



Lagoon sampling site morphology (use 50 long and 10 wide from the edge of the lake)

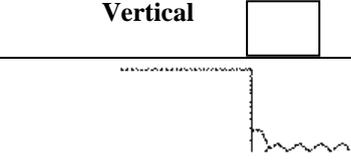
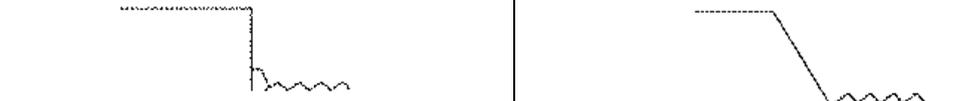
- Shore (lake shore)

Erosion	Absent/Limited/Abundant
Curvature erosion	Absent/Limited/Abundant

Width-erosion	Absent/Limited/Abundant
---------------	-------------------------

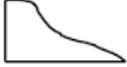
• **Profile of the shore (lake shore)**

Choose one category for each shore

Vertical <input type="checkbox"/>	Steep (>45°) <input checked="" type="checkbox"/>
	
Gradually not trampled <input type="checkbox"/>	Composite not trampled <input type="checkbox"/>
	

• **Shore shape (lake shore)**

Choose one category for each shore

Concave <input type="checkbox"/>	Convex <input type="checkbox"/>	Stepped <input type="checkbox"/>
		
Wide lower bench <input checked="" type="checkbox"/>	Undercut <input type="checkbox"/>	
		

• **Shore slope (lake shore)**

Choose one category for each shore

Vertical 80-90° <input type="checkbox"/>	Steep 60-80° <input checked="" type="checkbox"/>	Moderate 30-60° <input type="checkbox"/>
		
Low 10-30° <input type="checkbox"/>	Flat <10° <input type="checkbox"/>	
		

• **Sludge layer**

invisible	absent	<5cm	5 - 20 cm	> 20 cm
-----------	--------	------	-----------	---------

• **Dead wood**

Twigs d<3cm	Branches 3-30 cm	Branch >30 cm
-------------	------------------	---------------

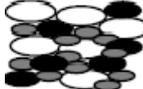
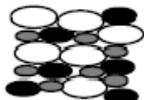
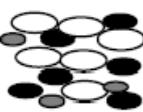
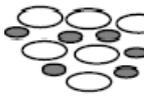
Absent	Absent	Absent
Limited	Limited	Limited
Abundant	Abundant	Abundant

• **Mineral substrates/Shore material (use 50 long and 10 wide from the edge of the lake)**

Limited %	0	0-20	20-40	40-60	60-80	>80
Invisible						
Boulder (D>256mm)						
Cobble (D=64-256mm)						
Gravel (D=2-64mm)						
Sand (D=0.062-2mm)				X		
Silt (D=4-62 um)						
Clay (D=0.24-4um)						

• **Bed compaction**

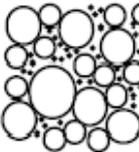
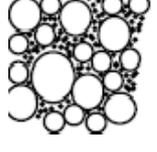
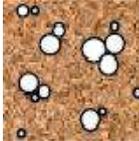
Choose one category only

Tightly packed, armoured		Packed, unarmoured	
	<input type="checkbox"/> Array of sediment sizes, overlapping, tightly packed and very hard to dislodge		<input type="checkbox"/> Array of sediment sizes, overlapping, tightly packed but can be dislodged with moderate
Moderate compaction		Low compaction (1)	
	<input type="checkbox"/> Array of sediment sizes, little overlapping, some packing but can be dislodge with moderate		<input type="checkbox"/> Limited range of sediment sizes, little overlapping, some packing and structure but can be dislodged very easily
Low compaction (2)			
	<input checked="" type="checkbox"/> X Loose array of fine sediments, no overlapping, no packing and structure and can be dislodged very easily		

• **Sediment matrix**

Choose one category only

Bedrock	Open framework
----------------	-----------------------

	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	0-5% fine sediment, high availability of interstitial spaces
Matrix filled contact framework			Framework dilated		
	<input type="checkbox"/>	5-32% fine sediment, moderate availability of interstitial spaces		<input type="checkbox"/>	32-60% fine sediment, low availability of interstitial spaces
Matrix dominated					
	<input type="checkbox"/>	>60% fine sediment, interstitial spaces virtually absent			

- Sediment angularity**

Choose one category / Assess cobble, pebble and gravel fractions only

Very angular <input type="checkbox"/>	Angular <input type="checkbox"/>	Sub-angular <input type="checkbox"/>
		
Rounded <input type="checkbox"/>	Well rounded <input type="checkbox"/>	Cobble, pebble and gravel fractions not present <input checked="" type="checkbox"/>
		

SAMPLING PROTOCOL: SITE DESCRIPTION

OBJECTIVE: the objective of this instrument is to describe the physical conditions of the sampling site and its environment (Physical parameters, location, climate, aquatic vegetation, shading, land use, and morphology).

13. GENERAL DATA

- **Lagoon name:** Colta
- **Sample ID:** 7B3
- **Protected lagoon in SNAP:** **Non Protected lagoon in SNAP:** _____ **X** _____
- **Time and date:** 23/06/2023 11:44 a.m.
- **Investigator:** Evelyn Rodriguez

Physical Parameters of water (immerse the probe 15-20 cm)

pH	Temperature	Electrical conductivity	Chlorophyll
4,57	17,3 °C	1001 µs/cm	
Turbulence	Dissolved oxygen		Total dissolved solids
	3,57 mg/l	55,5 %	494 mg/l
			Salinity

Coordinates:	Latitud: 750233 Longitud: 9807548
Altitude of sampling site [m.a.s.l]:	3317
Ambient temperature and humidity:	Temperature: 18,6 °C Humidity: 34%
Location (province-canton-parish-community or sector):	Chimborazo- Colta – Villa La unión
Photos of the sampling location (numbering the photos) - Photo of the sampling point (front)	
Photo 01	



- 360° photo

Photo 02



- Left shore

Photo 03



- Right shore

Photo 03



- Substrate

Photo 04



Description of sites:

- Type of lagoon (lotic or lentic)
 - Origin, shape and size of the lagoon
 - Climate conditions of the lagoon
 - Activities inside the lagoon
 - Activities around the lagoon
 - Threats of the lagoon (anthropic and natural)
- Characteristics of the sampling site
- type of vegetation (herbaceous, creeping, shrub, native vegetation)
 - fauna (presence of native animals)
 - shape of the sampling site (if it is flat, if it has a slope, etc.)

-Affections of the type of sampling in a general way

La laguna de Colta es de tipo lítica, tiene un área de 186,32 hectáreas y un perímetro de 8365,6 m. Los datos climatológicos promedios de la laguna son: temperatura 16°C, evapotranspiración 38 mm/day y precipitación 799 mm.

Es un atractivo de categoría Sitios Naturales y jerarquía II, se encuentra fuera de área protegida, esta laguna es utilizada para el turismo. En su interior hay diversas especies de aves nativas.

El sitio de muestreo se encuentra en un área urbana y de pastoreo de animales, aquí se puede observar la presencia de fauna nativa como exótica. En el agua del sitio de muestreo existe abundante presencia de macrófitas, basura de tipo antrópico. La vegetación que rodea el sitio de muestreo es nativa y exótica. La forma del sitio es vertical con una pendiente entre 60° a 80°. Los principales impactos que se observaron en el sitio de visita 7B3 fueron la presencia de basura como papel higiénico en gran cantidad, tarrinas, presencia de un olor fétido, además se evidenció el alto crecimiento de totora, lo que provocará en unos meses la inexistencia del punto de muestreo original.

14. LAND USE

Land use of the shore top (usar 50 de largo y 10 de ancho)

Type of land use	% on left shore	% on right shore	Dominant (X)
Native vegetation	5	5	
Exotic vegetation	15	15	
Arable land	5		
Animal grass area	5	5	
Animal trough area	5	10	
Residential areas	5	5	X
Road, paths	5	5	
Urban area	10	10	X
Quarrying or mining			
Orchard			
Other			

15. SHADING (to evaluate the shading use 50 meters long by 10 meters wide of the edge of the lake)

not shaded	
partly shaded, limited stretch <33%	

partly shaded, longer stretch 33-90%	X
partly shaded, whole stretch >90%	
completely shaded, limited stretch >33%	
completely shaded, longer stretch 33-90%	
completely shaded, whole stretch >90%	

16. AFFECTATIONS

Anthropic and natural affectations on the sampling site (take pictures)

Affectations	(X)	Describe
Presence of feces cattle	X	Presencia de fecas animales
Presence of garbage	X	Presencia de basura como papel higiénico y tarrinas
Burned vegetation		
Bad agricultural practices		
Human Settlement Downloads	X	Descarga de aguas servidas del sector urbano
Roads	X	Camino de tierra
Landslides		
Presence of volcanic ash		
Others	X	Gran crecimiento de la totora alrededor de la laguna

Others: _____



17. AQUATIC VEGETATION

Presence of macrophytes (% of the bed covered by Macrophytes) (use 50 long and 10 wide from the edge of the lake)



	Submerged aquatic macrophytes	Emerged aquatic macrophytes	Floating aquatic macrophytes
Contiguous			
Interrupted			
Abundant = 75-100%			
Common = 50-75%	X	X	X
Frequent = 25-50%			
Occasional = 5-25%			
Rare = 1-5%			
Invisible			

18. MORPHOLOGY

Drawing of the lagoon (indicate sampling points and water outlet or inlet)



Lagoon sampling site morphology (use 50 long and 10 wide from the edge of the lake)

- **Shore (lake shore)**

Erosion	Absent/Limited/Abundant
Curvature erosion	Absent/Limited/Abundant
Width-erosion	Absent/Limited/Abundant

- **Profile of the shore (lake shore)**

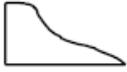
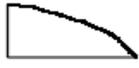
Choose one category for each shore

Vertical <input type="checkbox"/>	Steep (>45°) <input type="checkbox"/>
Gradually not trampled <input checked="" type="checkbox"/>	Composite not trampled <input type="checkbox"/>

- **Shore shape (lake shore)**

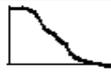
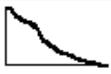
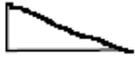
Choose one category for each shore

Concave <input type="checkbox"/>	Convex <input type="checkbox"/>	Stepped <input type="checkbox"/>
----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

		
Wide lower bench <input checked="" type="checkbox"/>	Undercut <input type="checkbox"/>	
		

• **Shore slope (lake shore)**

Choose one category for each shore

Vertical 80-90° <input type="checkbox"/>	Steep 60-80° <input checked="" type="checkbox"/>	Moderate 30-60° <input type="checkbox"/>
		
Low 10-30° <input type="checkbox"/>	Flat <10° <input type="checkbox"/>	
		

• **Sludge layer**

invisible	absent	<5cm	5 - 20 cm	> 20 cm
-----------	--------	------	-----------	---------

• **Dead wood**

Twigs d<3cm	Branches 3-30 cm	Branch >30 cm
Absent	Absent	Absent
Limited	Limited	Limited
Abundant	Abundant	Abundant

• **Mineral substrates/Shore material (use 50 long and 10 wide from the edge of the lake)**

Limited %	0	0-20	20-40	40-60	60-80	>80
Invisible						
Boulder (D>256mm)						
Cobble (D=64-256mm)						
Gravel (D=2-64mm)						
Sand (D=0.062-2mm)				X		
Silt (D=4-62 um)						

Clay (D=0.24-4um)						
-------------------	--	--	--	--	--	--

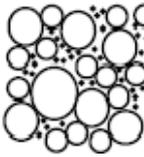
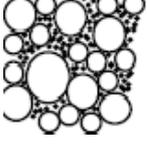
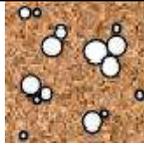
• **Bed compaction**

Choose one category only

Tightly packed, armoured		Packed, unarmoured	
	<input type="checkbox"/>	Array of sediment sizes, overlapping, tightly packed and very hard to dislodge	
	<input type="checkbox"/>	Array of sediment sizes, overlapping, tightly packed but can be dislodged with moderate	
Moderate compaction		Low compaction (1)	
	<input type="checkbox"/>	Array of sediment sizes, little overlapping, some packing but can be dislodge with moderate	
	<input type="checkbox"/>	Limited range of sediment sizes, little overlapping, some packing and structure but can be dislodged very easily	
Low compaction (2)			
	<input checked="" type="checkbox"/>	Loose array of fine sediments, no overlapping, no packing and structure and can be dislodged very easily	

• **Sediment matrix**

Choose one category only

Bedrock		Open framework	
	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	5-32% fine sediment, moderate availability of interstitial spaces	
	<input type="checkbox"/>	32-60% fine sediment, low availability of interstitial spaces	
Matrix dominated			
	<input type="checkbox"/>	>60% fine sediment, interstitial spaces virtually absent	

• **Sediment angularity**

Choose one category only / Assess cobble, pebble and gravel fractions only

Very angular <input type="checkbox"/>	Angular <input type="checkbox"/>	Sub-angular <input type="checkbox"/>
		
Rounded <input type="checkbox"/>	Well rounded <input type="checkbox"/>	Cobble, pebble and gravel fractions not present <input checked="" type="checkbox"/>
		

ANEXO U: FICHA DE CONDICIÓN TURÍSTICA

MONITOREO DE LA CONDICIÓN TURÍSTICA DE LAS LAGUNAS FICHA DE MEDICIÓN DE INDICADORES		
A. DATOS GENERALES		
1.- Datos Generales:		
1.1.- Nombre de la laguna: Colta	1.2.- Código: 7B1	1.3.- Fecha: 23/06/2023
1.4.-Nombre del responsable: Evelyn Rodriguez		
2.- Descripción gráfica del sitio		
2.1.- Croquis del sitio (creado en SIG)		
		
2.2.- Fotografías del sitio		
(frontal)	(lateral derecha)	
		
(lateral izquierda)	(panorámica)	



B. SUPERFICIE TERRESTRE

3.- Datos del indicador

3.1.- Nombre del indicador: Basura orgánica		3.1.1.- Código del indicador: STBO	
3.1.2.- Presencia del indicador: SI:		NO: X	
3.1.3.- Peso de la funda (lb):	3.1.4.- Peso de la funda + la basura (lb):	3.1.5.- Peso de la basura (lb):	

3.1.5.- Observaciones:
En el primer punto de muestreo (7B1), no se encontró presencia de residuos orgánicos.

3.2.- Nombre del indicador: Basura inorgánica		3.2.1.- Código del indicador: STBI	
3.1.2.- Presencia del indicador: SI: X		NO:	
3.2.3.- Peso de la funda (lb): 0,03 libras	3.2.4.- Peso de la funda + la basura (lb): 0,39 libras	3.2.5.- Peso de la basura (lb): 0,36 libras	

3.2.5.- Observaciones:
Se observó presencia de restos plásticos como fundas de caramelos, envolturas de snaks, fundas plásticas, papel, vasos plásticos.

C. CUERPO DE AGUA

3.- Datos del indicador

3.3.- Nombre del indicador: Material flotante de origen antrópico		3.3.1- Código del indicador: CAMF	
3.3.2.- Presencia del indicador: SI: X		NO:	
3.3.3.- Peso de la funda (lb): 0,03 libras	3.3.4. Peso de la funda + material (lb): 0,05 libras	3.3.5. Peso material (lb): 0,02 libras	

3.3.6.- Observaciones:
Se observó materia flotante como fundas plásticas de dulces los cuales se generan debido a que los visitantes se sirven refrigerios y los restos los dejan en cerca al área.

3.4.- Nombre del indicador: Olor		3.4.1- Código del indicador: CAO	
3.4.2.- Presencia del indicador: SI: X		NO:	
3.4.3.- Tipos de olor			
Inodoro:	Metálico:	A sulfuro (azufre):	
Vegetal: X	Pítrico:	Pescado:	

Otros (especifique):

3.4.4.- Observaciones:
En el punto de muestreo se evidenció la presencia de un olor fuerte de tipo vegetal en descomposición.

3.5.- Nombre del indicador: Espumas de origen antrópico		3.5.1- Código del indicador: COE	
3.5.2.- Presencia del indicador:		SI:	NO: X
3.5.3.- Espuma blanca:	Número de segmentos:	Longitud de segmentos (cm):	
3.5.4.- Espuma café:	Número de segmentos:	Longitud de segmentos (cm):	
3.5.5.- Otra espuma:	Número de segmentos:	Longitud de segmentos (cm):	
3.3.6.- Observaciones: No se observó ningún tipo de espuma en el sitio de muestreo.			

**MONITOREO DE LA CONDICIÓN TURÍSTICA DE LAS LAGUNAS
FICHA DE MEDICIÓN DE INDICADORES**

A. DATOS GENERALES

1.- Datos Generales:

1.1.- Nombre de la laguna: Colta	1.2.- Código: 7B2	1.3.- Fecha: 23/06/2023
1.4.-Nombre del responsable: Evelyn Rodriguez		

2.- Descripción gráfica del sitio

2.1.- Croquis del sitio (creado en SIG)



2.2.- Fotografías del sitio

(frontal)



(lateral derecha)



(lateral izquierda)

(panorámica)



B. SUPERFICIE TERRESTRE

3.- Datos del indicador

3.1.- Nombre del indicador: Basura orgánica		3.1.1.- Código del indicador: STBO
3.1.2.- Presencia del indicador: SI:		NO: X
3.1.3.- Peso de la funda (lb):	3.1.4.- Peso de la funda + la basura (lb):	3.1.5.- Peso de la basura (lb):

3.1.5.- Observaciones:
En el primer punto de muestreo (7B1), no se encontró presencia de residuos orgánicos.

3.2.- Nombre del indicador: Basura inorgánica		3.2.1.- Código del indicador: STBI
3.1.2.- Presencia del indicador: SI: X		NO:
3.2.3.- Peso de la funda (lb): 0,03 libras	3.2.4.- Peso de la funda + la basura (lb): 0,17 libras	3.2.5.- Peso de la basura (lb): 0,14 libras

3.2.5.- Observaciones:
Se observó presencia de restos plásticos como fundas de caramelos, fundas plásticas, papel higiénico y envolturas de snaks.

C. CUERPO DE AGUA

3.- Datos del indicador

3.3.- Nombre del indicador: Material flotante de origen antrópico		3.3.1.- Código del indicador: CAMF
3.3.2.- Presencia del indicador: SI: X		NO:
3.3.3.- Peso de la funda (lb): 0,03 libras	3.3.4.- Peso de la funda + material (lb): 0,25 libras	3.3.5.- Peso material (lb): 0,22 libras

3.3.6.- Observaciones:
Se observó materia flotante como fundas plásticas, envolturas de helados y restos de macroplásticos.

3.4.- Nombre del indicador: Olor		3.4.1.- Código del indicador: CAO
3.4.2.- Presencia del indicador: SI: X		NO:
3.4.3.- Tipos de olor		
Inodoro:	Metálico:	A sulfuro (azufre):
Vegetal: X	Pírico:	Pescado:

Otros (especifique):

3.4.4.- Observaciones:

En el punto de muestreo se evidenció la presencia de un olor inusual como vegetal en descomposición y fecal.

3.5.- Nombre del indicador: Espumas de origen antrópico		3.5.1- Código del indicador: COE	
3.5.2.- Presencia del indicador:		SI:	NO: X
3.5.3.- Espuma blanca:	Número de segmentos:	Longitud de segmentos (cm):	
3.5.4.- Espuma café:	Número de segmentos:	Longitud de segmentos (cm):	
3.5.5.- Otra espuma:	Número de segmentos:	Longitud de segmentos (cm):	
3.3.6.- Observaciones: No se observó ningún tipo de espuma en el sitio de muestreo.			

**MONITOREO DE LA CONDICIÓN TURÍSTICA DE LAS LAGUNAS
FICHA DE MEDICIÓN DE INDICADORES**

A. DATOS GENERALES

1.- Datos Generales:

1.1.- Nombre de la laguna: Colta	1.2.- Código: 7B3	1.3.- Fecha: 23/06/2023
1.4.-Nombre del responsable: Evelyn Rodriguez		

2.- Descripción gráfica del sitio

2.1.- Croquis del sitio (creado en SIG)



2.2.- Fotografías del sitio

(frontal)



(lateral derecha)



(lateral izquierda)



(panorámica)



B. SUPERFICIE TERRESTRE		
3.- Datos del indicador		
3.1.- Nombre del indicador: Basura orgánica		3.1.1.- Código del indicador: STBO
3.1.2.- Presencia del indicador:	SI:	NO: X
3.1.3.- Peso de la funda (lb):	3.1.4.- Peso de la funda + la basura (lb):	3.1.5.- Peso de la basura (lb):
3.1.5.- Observaciones: En el primer punto de muestreo (7B1), no se encontró presencia de residuos orgánicos.		
3.2.- Nombre del indicador: Basura inorgánica		3.2.1.- Código del indicador: STBI
3.2.2.- Presencia del indicador:	SI: X	NO:
3.2.3.- Peso de la funda (lb): 0,03 libras	3.2.4.- Peso de la funda + la basura (lb): 0,84 libras	3.2.5.- Peso de la basura (lb): 0,81 libras
3.2.5.- Observaciones: Se observó presencia de restos plásticos como fundas, gran presencia de papel higiénico, tarrinas y tapas plásticas y envolturas de snacks.		
C. CUERPO DE AGUA		
3.- Datos del indicador		
3.3.- Nombre del indicador: Material flotante de origen antrópico		3.3.1- Código del indicador: CAMF
3.3.2.- Presencia del indicador:	SI: X	NO:
3.3.3.- Peso de la funda (lb): 0,03 libras	3.3.4. Peso de la funda + material (lb): 0,11 libras	3.3.5. Peso material (lb): 0,07 libras
3.3.6.- Observaciones: Se observó materia flotante como fundas plásticas y tarrinas.		
3.4.- Nombre del indicador: Olor		3.4.1- Código del indicador: CAO
3.4.2.- Presencia del indicador:	SI: X	NO:
3.4.3.- Tipos de olor		
Inodoro:	Metálico:	A sulfuro (azufre):
Vegetal: X	Pítrico:	Pescado:
Otros (especifique): X		
3.4.4.- Observaciones: En el punto de muestreo se evidenció la presencia de un olor fuerte a fecas y descomposición vegetal.		
3.5.- Nombre del indicador: Espumas de origen antrópico		3.5.1- Código del indicador: COE
3.5.2.- Presencia del indicador:	SI:	NO: X
3.5.3.- Espuma blanca:	Número de segmentos:	Longitud de segmentos (cm):
3.5.4.- Espuma café:	Número de segmentos:	Longitud de segmentos (cm):
3.5.5.- Otra espuma:	Número de segmentos:	Longitud de segmentos (cm):
3.3.6.- Observaciones: No se observó ningún tipo de espuma en el sitio de muestreo.		



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 21/ 02/ 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Evelyn Estefanía Rodríguez Tiscama
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Turismo
Título a optar: Licenciada en Turismo
 Ing. Patricio Xavier Lozano Rodriguez
 Lcda. Sulaya Betsabé Bayancela Delgado