

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**“ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL LAGO SAN PABLO EN FUNCIÓN DE  
LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA  
AVIFAUNA ACUÁTICA”**

Tesis presentada como requisito para optar por el título de Ingeniera en Recursos  
Naturales Renovables

**AUTORA**

Zayana Carolina López Ayala

**DIRECTOR**

Dr. Nelson Gallo

Ibarra – Ecuador

Octubre 2012

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

## **“ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL LAGO SAN PABLO EN FUNCIÓN DE LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA AVIFAUNA ACUÁTICA”**

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

.....  
Dr. Nelson Gallo  
Director

.....  
Ing. Guillermo Beltrán  
Biometrista

Ibarra – Ecuador

2012



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD</b>	100297483-8		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	López Ayala Zayana Carolina		
<b>DIRECCIÓN</b>	Remigio Romero 1-20 y Pasquel Monge, Ibarra - Imbabura		
<b>E-MAIL</b>	zlopez16@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO</b>	062 643 288	<b>TELÉFONO MOVIL</b>	0998593395
<b>DATOS DE LA OBRA</b>			

<b>TÍTULO</b>	“ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL LAGO SAN PABLO EN FUNCIÓN DE LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA AVIFAUNA ACUÁTICA”
<b>AUTORA</b>	Zayana Carolina López Ayala
<b>FECHA</b>	2012 – 10 - 24
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>	
<b>PROGRAMA</b>	Pregrado
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA</b>	Ingeniería en Recursos Naturales Renovables
<b>DIRECTOR</b>	Dr. Nelson Gallo

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, **ZAYANA CAROLINA LÓPEZ AYALA**, con cédula de ciudadanía Nro. 100297483-8; en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Ley de Educación Superior Artículo 144.

## **3. CONSTANCIAS**

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 24 de Octubre 2012

**LA AUTORA:**

**ACEPTACIÓN:**

**Zayana López Ayala**

100297483-8

Esp. Ximena Vallejo

**JEFE DE BIBLIOTECA**

Facultado por resolución del Honorable Consejo Universitario



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, **ZAYANA CAROLINA LÓPEZ AYALA**, con CI Nro. 100297483-8; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominado **“ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL LAGO SAN PABLO EN FUNCIÓN DE LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA AVIFAUNA ACUÁTICA”**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero en **Recursos Naturales Renovables** de la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

**Zayana Carolina López Ayala**

C.C: 100297483 -8

Ibarra, 24 Octubre del 2012.

## FORMATO DEL REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN  
Fecha: 24 de octubre de 2012

**LÓPEZ AYALA, ZAYANA CAROLINA.** “ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL LAGO SAN PABLO EN FUNCIÓN DE LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA AVIFAUNA ACUÁTICA”/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Recursos Naturales Renovables Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Recursos Naturales Renovables Ibarra. EC. Octubre 2012. 177 p. anex., diagr.

**DIRECTOR:** Gallo Nelson

En la presente investigación se ejecutó el monitoreo de la avifauna acuática del lago San Pablo, Otavalo – Imbabura, permitiendo de esta manera establecer los patrones de distribución espacial y temporal de las aves acuáticas tanto residentes como migratorias del lago. En base a los patrones y a componentes como: diversidad, abundancia, densidad relativa y registros especiales se construyó una matriz de ponderación para determinar las zonas de prioridad para la conservación y así poder contar con la propuesta de zonificación ecológica del lago San Pablo como estrategia para la conservación in-situ de la diversidad avifaunística existente en el humedal.

Fecha: 24 de octubre de 2012.

**Zayana Carolina López Ayala**

f) Autora

**Dr. Nelson Gallo**

f) Director de Tesis

## **PRESENTACIÓN**

La presente tesis de investigación forma parte del Censo Neotropical de Aves Acuáticas de Wetlands International que es coordinado en el país por Aves y Conservación - BirdLife en Ecuador. De igual manera se encuentra en el Plan Operativo Anual 2011 de la Sub-Dirección de Gestión Ambiental del Gobierno Provincial de Imbabura Proyecto: “*Implementación de estrategias de conservación de flora y fauna en la provincia de Imbabura*” Resultado: “*Estudio de la dinámica poblacional de la avifauna acuática de los humedales de Yahuarcocha, San Pablo y Cuicocha*”. Las dos instituciones brindaron tanto apoyo técnico como logístico y económico para el desarrollo del estudio presentado a continuación.

El libro Aves del Ecuador (The Birds of Ecuador), Status, Distribution and Taxonomy de Ridgely y Greenfield (2001) constituyó la principal fuente de consulta para la identificación de la avifauna y como referencia taxonómica.

Las ideas, conceptos, cuadros, tablas, mapas, resultados y más información que se presenta en esta investigación son de exclusiva responsabilidad y propiedad del autor.

**Zayana Carolina López Ayala**



## **DEDICATORIA**

A mis dos ángeles celestiales, mi madre DIANA AYALA y mi abuelo LUIS AYALA; que aunque no están conmigo siempre serán mi luz y lo mejor de ellos está guardado e inmortalizado en mi corazón eternamente.

A mis ángeles terrenales HANEY LÓPEZ, PATRICIO MEJÍA, HILDA MEJÍA, FERNANDO AYALA Y PATRICIO LÓPEZ, que me acompañan en cada uno de mis pasos y son mi inspiración.

Para todos quienes amamos, respetamos y defendemos la Pachamama y encontramos en las aves una pasión y que al contraernos a observarlas con desinterés, y asistidos por la necesaria vocación, nos damos cuenta que esto significa dar a la vida una de las más altas satisfacciones.

**Zayana C. López Ayala**

## **AGRADECIMIENTO**

Al Gobierno Provincial de Imbabura por brindarme las facilidades y el apoyo técnico - económico para la realización de mi tesis de investigación.

A mis grandes maestr@s KAREN TERÁN y DORA CUAMACÁS de la Subdirección de Gestión Ambiental del Gobierno Provincial de Imbabura, TATIANA SANTANDER de Aves y Conservación, NELSON GALLO ilustre catedrático de la Universidad Técnica del Norte, JOSE MARÍA LOAIZA del Circulo de Observadores de Aves del Norte – Fundación Altrópico y PABLO ECHEVERRÍA de San Pablo del Lago; gracias por su tiempo, por compartir su sabiduría y su pasión por las Aves y la Naturaleza.

A los que conocí como compañeros y que gracias al camino y al tiempo nos convertimos en verdaderos amigos: Mónica Morillo, María Mera, Mayra Benavides, Víctor Obando, Andrea Báez, Daisy Pozo, Santiago Erazo, Santiago Valdivieso, mil gracias por acompañarme en este proceso y por continuar luchando incansablemente por la defensa de la Naturaleza.

A todos ustedes muchas GRACIAS porque me enseñaron que:

EL CIELO ES EL LÍMITE (Wayne Dyer)

**Zayana C. López Ayala**

## **TIERRA DE PAJAROS**

Es América entera  
inmensurable pajarera.

En el amanecer sonoro  
cada árbol es un coro.

Hay tantas alas en vuelo  
que alzan América al cielo.

**Jorge Carrera Andrade**  
(Quito, 1903 -1978)

# ÍNDICE

## CONTENIDO

## PÁGINAS

### CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	OBJETIVOS.....	4
1.1.1.	Objetivo General.....	4
1.1.2.	Objetivo Específico.....	4
1.2.	PREGUNTAS DIRECTRICES.....	5

### CAPÍTULO II

2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1.	HUMEDALES.....	6
2.1.1.	Generalidades de los humedales.....	6
2.1.2.	Importancia de los humedales.....	7
2.1.3.	Problemas de los humedales.....	8
2.2.	CONVENIO RAMSAR.....	9
2.3.	AVES.....	10
2.3.1.	Generalidades de las aves.....	10
2.3.2.	Importancia de las aves.....	11
2.3.3.	Morfología y Anatomía.....	12
2.3.4.	Hábitos de las aves.....	19

2.4.	AVES ACUÁTICAS.....	20
2.4.1.	Generalidades de las aves acuáticas.....	20
2.4.2.	Importancia de las aves acuáticas.....	20
2.4.3.	Morfología de las aves acuáticas.....	21
2.5.	MIGRACIONES.....	22
2.5.1.	Migración de las aves.....	22
2.5.2.	Por qué migran las aves.....	24
2.5.3.	Tipos de migración de aves en el Ecuador.....	24
2.6.	CATEGORÍAS UICN.....	25
2.7.	MONITOREO.....	27
2.8.	DINÁMICA DE POBLACIONES.....	27
2.9.	ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA.....	28

## **CAPÍTULO III**

3.	METODOLOGÍA.....	30
3.1.	EQUIPOS Y MATERIALES.....	30
3.2.	METODOLOGÍA.....	30
3.2.1.	Reconocimiento de la Zona de Estudio.....	31
3.2.2.	Definición de las Zonas de Monitoreo – Unidades Ambientales.....	32
3.2.3.	Inventario, Censo y Monitoreo de la Avifauna Acuática.....	33
3.2.4.	Sistematización y Análisis de Datos.....	37
3.2.5.	Determinación de los Patrones de Distribución.....	38
3.2.6.	Zonificación Ecológica.....	38
3.2.7.	Validación de la Zonificación Ecológica.....	40
3.2.8.	Análisis Bioestadísticos.....	41

## CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS.....	44
4.1.	UBICACIÓN.....	44
4.2.	CARACTERIZACIÓN DEL LAGO SAN PABLO.....	45
4.2.1.	Caracterización Biofísica.....	45
4.2.1.1.	Clima.....	45
4.2.1.2.	Geología y Geomorfología.....	48
4.2.1.3.	Morfología del sistema lacustre.....	48
4.2.1.4.	Hidrología.....	49
4.2.1.5.	Estado Trófico y Calidad del agua del lago San Pablo.....	50
4.2.1.6.	Tipos y Uso del Suelo .....	56
4.2.1.7.	Zonas de vida y Formaciones Vegetales.....	57
4.2.1.8.	Biodiversidad.....	58
4.2.2.	Caracterización Socio – Cultural.....	70
4.2.2.1.	Población y Grupos Étnicos.....	70
4.2.2.2.	Identidad Cultural.....	72
4.2.2.3.	Organización y Liderazgo.....	72
4.2.2.4.	Acciones Antrópicas.....	73
4.2.3.	Caracterización económica – productiva.....	76
4.2.3.1.	Agricultura.....	76
4.2.3.2.	Artesanías con totora.....	76
4.2.3.3.	Turismo.....	77
4.2.3.4.	Otras actividades.....	77

4.3.	DINÁMICA POBLACIONAL DE LAS AVES ACUÁTICAS DEL LAGO SP.....	78
4.3.1.	Diversidad de la Avifauna Acuática del Lago San Pablo.....	79
4.3.2.	Especies Migratorias registradas en el Lago SP.....	81
4.3.3.	Registros Importantes de Aves Acuáticas del Lago SP.....	81
4.3.4.	Abundancia de la Avifauna Acuática del Lago SP.....	83
4.3.5.	Diferencias Poblacionales Matutinas y Vespertinas de la Avifauna Acuática del Lago San Pablo.....	86
4.3.6.	Patrones de Distribución Temporal de la Avifauna Acuática de SP...	90
4.3.7.	Patrones de distribución Espacial.....	100
4.4.	ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL LAGO SAN PABLO.....	103
4.5.	DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	107
4.5.1.	Índice de Simpson.....	107
4.6.	DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS DEL LAGO SP.....	110

## **CAPÍTULO V**

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	164
5.1.	CONCLUSIONES.....	164
5.2.	RECOMENDACIONES.....	166

## **CAPÍTULO VI**

6.	RESUMEN.....	167
----	--------------	-----

## **CAPÍTULO VII**

7.	SUMMARY.....	169
----	--------------	-----

## **CAPÍTULO VIII**

8.	BIBLIOGRAFÍA.....	171
----	-------------------	-----

## **CAPÍTULO IX**

9.	ANEXOS.....	175
----	-------------	-----



# ÍNDICE DE TABLAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINAS</b>
<b>Tabla 2.1</b> Clases y Funciones de los Picos.....	16
<b>Tabla 3.1</b> Fechas y horas de los monitoreos realizados.....	34
<b>Tabla 3.2</b> Fichas de Campo para el monitoreo de aves acuáticas del Lago San Pablo en la provincia de Imbabura (zonas: 7-14).....	36
<b>Tabla 4.1</b> Estación Meteorológica San Pablo del Lago- INAMHI.....	46
<b>Tabla 4.2</b> Datos de la Estación Meteorológica San Pablo M110- Anuario INAMHI (2000 – 2004).....	46
<b>Tabla 4.3</b> Parámetros Morfométricos del Lago San Pablo – Imbabura.....	48
<b>Tabla 4.4</b> Clasificación del estado trófico de los lagos (OECD, datos correspondientes a lagos estratificados de zonas templadas).....	51
<b>Tabla 4.5</b> Ubicación y Cobertura de servicio de las 14 Plantas de Tratamiento para la recuperación del Lago San Pablo.....	54
<b>Tabla 4.6</b> Caracterización referencial de la vegetación en las zonas del lago San Pablo.....	59
<b>Tabla 4.7</b> Vegetación flotante y sub-emergente del lago San Pablo.....	66
<b>Tabla 4.8</b> Presencia y Abundancia de Fitoplancton en el Lago San Pablo durante 1998 y 1999.....	67
<b>Tabla 4.9</b> Lista de especies de zooplancton observadas en el Lago San Pablo durante 1998 y 1999.....	69
<b>Tabla 4.10</b> Parroquias y Comunidades de la zona de influencia del Lago San Pablo.....	71
<b>Tabla 4.11</b> Lista de especies registradas en el Lago San Pablo, plan de monitoreo mensual - periodo: agosto 2010 – junio 2012.....	80

<b>Tabla 4.12</b>	Lista de especies migratorias registradas en el Lago San Pablo, plan de monitoreo mensual - periodo: agosto 2010 – junio 2012.....	81
<b>Tabla 4.13</b>	Registros Importantes de Aves Acuática en el Lago San Pablo – Imbabura.....	83
<b>Tabla 4.14</b>	Datos monitoreo mensual de la Avifauna Acuática del lago San Pablo, año 2011.....	85
<b>Tabla 4.15</b>	Comparación dato mañana – tarde del monitoreo mensual desde octubre 2010 hasta septiembre 2011.....	87
<b>Tabla 4.16</b>	Síntesis de los Patrones de Distribución Temporal de las Poblaciones de la Avifauna Acuática en el lago San Pablo....	99
<b>Tabla 4.17</b>	Diversidad, Abundancia y Densidad de las zonas del Lago San Pablo.....	101
<b>Tabla 4.18</b>	Valores Considerados para la ponderación de la Zonificación Ecológica del Lago San Pablo.....	103
<b>Tabla 4.19</b>	Zonificación Ecológica para la Conservación del al Avifauna Acuática del Lago San Pablo.....	104
<b>Tabla 4.20</b>	Índice de Simpson de la Avifauna Acuática del Lago San Pablo.....	108
<b>Tabla 4.21</b>	Zonas Lago San Pablo.....	111

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>CONTENIDO</b>		<b>PÁGINAS</b>
<b>Gráfico 2.1</b>	Principales partes externas de un Ave.....	12
<b>Gráfico 2.2</b>	Formas y Perfiles del Cuerpo de las Aves.....	13
<b>Gráfico 2.3</b>	Formas de Colas de Aves.....	14
<b>Gráfico 2.4</b>	Formas de Patas de Aves.....	15
<b>Gráfico 2.5</b>	Partes y Estructura de las Plumas.....	17
<b>Gráfico 2.6</b>	Patrones de Coloración de la Cabeza.....	18
<b>Gráfico 2.7</b>	Ruta de Migraciones de la Aves.....	23
<b>Gráfico 3.1</b>	Flujo-grama Metodología.....	43
<b>Gráfico 4.1</b>	Diagrama Ombrotérmico Estación San Pablo del Lago M110.....	47
<b>Gráfico 4.2</b>	Relación poblacional entre el monitoreo matutino y vespertino de la avifauna del Lago San Pablo.....	88
<b>Gráfico 4.3</b>	Patrones de Distribución Temporal de la Comunidad Avifaunística del Lago San Pablo.....	89
<b>Gráfico 4.4</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Phalacrocorax</i> <i>brasilianus</i> .....	92
<b>Gráfico 4.5</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Butorides striatus</i> .....	92
<b>Gráfico 4.6</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Egretta thula</i> .....	92
<b>Gráfico 4.7</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Nycticorax nycticorax</i> ...	93
<b>Gráfico 4.8</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Bubulcus ibis</i> .....	93
<b>Gráfico 4.9</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Ardea alba</i> .....	93
<b>Gráfico 4.10</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Podilymbus podiceps</i> ...	93
<b>Gráfico 4.11</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Anas andium</i> .....	93

<b>Gráfico 4.12</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Anas georgica</i> .....	94
<b>Gráfico 4.13</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Oxyura ferruginea</i> .....	94
<b>Gráfico 4.14</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Porphyula martinica</i> ...	94
<b>Gráfico 4.15</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Gallinula chloropus</i> .....	94
<b>Gráfico 4.16</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Fulica ardesiaca</i> .....	95
<b>Gráfico 4.17</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Vanellus chilensis</i> .....	95
<b>Gráfico 4.18</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Larus serranus</i> .....	95
<b>Gráfico 4.19</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Larus atricilla</i> .....	95
<b>Gráfico 4.20</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Egretta caerulea</i> .....	97
<b>Gráfico 4.21</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Anas discors</i> .....	97
<b>Gráfico 4.22</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Porzana carolina</i> .....	97
<b>Gráfico 4.23</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Actitis macularia</i> .....	97
<b>Gráfico 4.24</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Tringa melanoleuca</i> .....	98
<b>Gráfico 4.25</b>	Patrón de Distribución temporal de <i>Tringa flavipes</i> .....	98
<b>Gráfico 4.26</b>	Diversidad Avifauna Acuática en las zonas del lago SP.....	102
<b>Gráfico 4.27</b>	Abundancia Avifauna Acuática en las zonas del lago SP.....	102
<b>Gráfico 4.28</b>	Densidad Relativa de la Avifauna Acuática en las zonas del lago SP.....	102
<b>Gráfico 4.29</b>	Diversidad – Abundancia Avifauna Acuática del lago SP.....	102
<b>Gráfico 4.30</b>	Categorías de conservación UICN.....	112

# ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

CONTENIDO	PÁGINAS
<b>Foto 4.1</b>	Plantas de tratamiento de aguas residuales en el Lago San Pablo..... 55
<b>Foto 4.2</b>	<i>Schoenoplectus californicus</i> ..... 62
<b>Foto 4.3</b>	<i>Typha latifolia</i> ..... 62
<b>Foto 4.4</b>	<i>Eichhornia crassipes</i> ..... 63
<b>Foto 4.5</b>	<i>Bidens andicola</i> ..... 63
<b>Foto 4.6</b>	<i>Ageratina cf. Prinellifolia</i> ..... 64
<b>Foto 4.7</b>	<i>Plantago australis</i> ..... 64
<b>Foto 4.8</b>	<i>Paspalum bonlandianum</i> ..... 64
<b>Foto 4.9</b>	<i>Lachemilla orbiculata</i> ..... 65
<b>Foto 4.10</b>	<i>Rorippa cf. Clandestina</i> ..... 65
<b>Foto 4.11</b>	<i>Monnina crassifolia</i> ..... 65
<b>Foto 4.12</b>	<i>Chusquea sp.</i> ..... 65

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b>	Mapa de Ubicación Territorial del lago San Pablo
<b>Anexo 2</b>	Mapa Hidrológico de la Cuenca del Lago San Pablo
<b>Anexo 3</b>	Mapa de Cobertura Vegetal del Lago San Pablo
<b>Anexo 4</b>	Mapa de Zonificación Ecológica para la Conservación de la Avifauna Acuática del lago San Pablo

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En el mundo existen 17 países mega-diversos, la diversidad florística y faunística del Ecuador lo convierten en uno de ellos. Esta riqueza se encuentra relacionada con varios factores como: gradientes altitudinales en las que se desarrollan diversos ambientes, la influencia de tres o más corrientes marinas que promueven una variedad de climas y la presencia de al menos cinco áreas biogeográficas: Chocó, Tumbes, Andes Norte, Andes Sur, Amazonía Norte (Napo) y Amazonía Sur (Marañón) (Sierra *et al.* 1999). Estas condiciones han permitido la proliferación de 1.640 especies de aves (Duffy y Hurtado 1984). En Ecuador se han registrado un total de 223 especies de aves acuáticas pertenecientes a 31 familias, lo que representa el 13,6% de la avifauna del país (Reporte Final Aves Acuáticas del Ecuador – Aves & Conservación 2006). Sin embargo a esto debemos sumarle la poca investigación sobre biodiversidad, especialmente en la rama de la ornitología y el poco presupuesto público que se destina para estos estudios e investigaciones, ya que al componente ambiental aún se lo considera el eslabón suelto de la cadena del “desarrollo”.

Las Organizaciones no Gubernamentales han jugado un papel trascendental frente a temas de investigación, es por ello que desde 2004 Aves y Conservación (Bird Life Ecuador) ha venido realizando 2 veces al año el Censo Neotropical de Aves Acuáticas en varios humedales del país. Sin duda algo entre los resultados más importante de dichos censos se encuentran los obtenidos en las lagunas de Yahuarcocha, San Pablo y Cuicocha de la provincia de Imbabura. Frente a estos resultados el Gobierno Provincial a través de la Sub-Dirección de Gestión Ambiental decide sumarse a dicha iniciativa, ya que reconoce la importancia de levantar información biológica de las lagunas al considerar a Imbabura como la “Provincia Azul”, además conscientes de los problemas ambientales que enfrentan dichos sistemas lacustres, desde el 2010 y en función de los resultados exitosos

obtenidos en la *Estrategia de Conservación de la Avifauna de la laguna de Yahuarcocha*, financiada por la Unión Europea a través del programa PRODERENA; ve la importancia de destinar un porcentaje del presupuesto de la Sub-Dirección de Gestión Ambiental (SDGA) para el censo de aves acuáticas de los 3 humedales de la Provincia; dicha actividad es realizada por el personal de Dirección de Gestión Ambiental, A y C y una serie de voluntarios. (Estrategia de Conservación del Avifauna Yahuarcocha 2010).

Es importante señalar que los bienes y servicios ambientales que proporcionan los humedales alto-andinos son limitados y que la degradación de estos ecosistemas acarrea la pérdida no sólo de fuentes esenciales de agua sino de otros múltiples beneficios que ofrecen dichos ambientes. Por ello, si queremos continuar aprovechándolos, debemos conservarlos y su uso no debería rebasar los límites del umbral crítico, más allá del cual su deterioro se hace irreversible. (<http://www.ramsar.org>).

El lago San Pablo o el Imbakucha (Lago de Preñadillas) es fuente de inspiración por la majestuosidad de sus paisajes únicos y misteriosos, acompañando del imponente Taita Imbabura que ha dejado su grandiosa sabiduría ancestral a los pueblos indígenas que habitan en sus alrededores. San Pablo es considerado uno de los sistemas lacustre más relevantes del Ecuador, pero al mismo tiempo sufre un sin número de presiones antrópicas, misma que se convierten en amenazas importantes para la conservación del Lago, a esto debemos sumarle el desconocimiento del potencial avifaunístico con el que cuenta el Lago y que ha permitido que se subvalore este recurso y por ende no se lo ha considerado como una posible actividad de desarrollo económico sustentable de las comunidades aledañas al lago.

Las actividades antrópicas que se realizan en sus orillas generan afectaciones al hábitat de las aves acuáticas que en ella habitan, ya que éstas, no toman en consideración criterios como la dinámica poblacional o los patrones de distribución espacial y temporal de la especie. Sumado a esto tenemos la inexistencia de una zonificación ecológica del lago, que establezca y regule el uso y ocupación del espacio en los alrededores del humedal, así como al interior del



espejo de agua; y permita priorizar sitios de conservación en referencia la componente avifaunístico.

La presencia de las comunidades en los alrededores del Lago, se ha convertido en una dificultad para el manejo adecuado del mismo, debido a que de las comunidades que están a las orillas del lago solo tienen un tratamiento básico de las aguas servidas.

Aunque lo antes mencionado sea desmotivador, San Pablo presenta una interesante dinámica poblacional de la avifauna, misma que constituyen una potencialidad del sector. *Por tanto, es necesario desarrollar la zonificación ecológica como una estrategia de conservación in situ que permita llegar a un equilibrio entre las actividades humanas que en él se desarrolla y la conservación de la biodiversidad que de él depende. Produciendo de esta manera la base de una actividad sostenible como el aviturismo en el lago que generará ingresos económicos para las comunidades aledañas, permitiéndoles caminar hacia el anhelado Sumak Kawsay y salvaguardando su cosmovisión andina donde los pueblos habitaban en armonía con la Pachamama.*

Finalmente este estudio constituye un aporte a la investigación y conservación de uno de los principales sistemas lacustres de nuestra Provincia Azul y nuestro país, como de las aves acuáticas que dependen de este para su subsistencia.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo General**

Realizar la zonificación ecológica del lago San Pablo en función de los patrones de distribución espacial y temporal de la avifauna acuática.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Identificar las especies de avifauna residente y migratoria del lago San Pablo.
- Analizar los patrones de distribución espacial y temporal de la avifauna del lago San Pablo tomando como base los datos del monitoreo realizado en el periodo enero – diciembre 2011.
- Realizar una breve caracterización biológica de la vegetación existente en el lago San Pablo.
- Diseñar una propuesta de zonificación ecológica del humedal en función del recurso avifaunístico.

## 1.2. PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Las aves que habitan el Lago tienen patrones de distribución espacial y estacional definidos que permitan identificar sitios prioritarios de conservación?
- ¿Las actividades antrópicas realizadas a orillas del Lago y en el espejo de agua generan deterioro en el hábitat de las aves?
- ¿El aviturismo podría ser una opción de desarrollo sustentable para el Lago?
- ¿Existen hábitats con mayor relevancia para las aves que requieren ser conservados?
- ¿La zonificación del lago podría ser considerada como una estrategia de conservación in situ?

## **CAPÍTULO II**

### **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1. HUMEDALES**

##### **2.1.1. Generalidades**

De acuerdo a la Dirección General de Intereses Marítimos y mediante su Programa de Educación Ambiental Marino Costera y Fluvial (PEAMCO) en su guía didáctica para docentes sobre denominada “Nuestros Humedales y sus secretos” sintetiza que:

Por mucho tiempo los humedales fueron considerados como sitios sin importancia y de poca utilidad para las personas, tal es así que en muchos de los casos se los utilizaba como basureros que servían en calidad de botadero final y depósito de desechos químicos, restos de construcción, aguas servidas, entre otras.

Solo en los últimos años, a nivel mundial, se ha incrementado el interés sobre estos sitios por su calidad de fuentes de agua, donde existen ecosistemas con alta representación de plantas y animales, de gran importancia para las comunidades aledañas cual sustento diario y recursos para mejorar sus condiciones de vida.

Ecuador, como país megadiverso, posee gran variedad de humedales, muchos de ellos de importancia internacional; sin embargo, en la conciencia colectiva no han tenido mayor interés por lo que no se han realizado aún estudios a profundidad sobre ellos.

El término “humedales” se refiere a una amplia gama de hábitat continentales interiores y marino-costeros que tienen como característica común el poseer agua y que los habíamos definido, siguiendo lo que indica la Convención de Ramsar,

como: "Extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros".

Generalmente son lugares de refugio para animales que van desde nutrias y martín pescador hasta peces como el chame y desde anfibios hasta tortugas. También se puede encontrar plantas acuáticas como los lechuguines, en la época lluviosa y los juncos a orillas del humedal. En la época seca se puede ver que predominan las hierbas.

En general y en base al Convenio de Ramsar, se reconocen cinco tipos de humedales principales:

- **Marinos** (humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral);
- **Estuarinos** (incluidos deltas, marismas de marea y manglares);
- **Lacustres** (humedales asociados con lagos);
- **Ribereños** (humedales adyacentes a ríos y arroyos); y
- **Palustres** (es decir, "pantanosos" - marismas, pantanos y ciénagas).

### **2.1.2. Importancia de los Humedales**

Los humedales están formados por una serie de componentes físicos, químicos y biológicos, tales como suelos, agua, especies animales y vegetales y nutrientes. Estos ecosistemas cumplen un papel ecológico muy importante: son una fuente de producción primaria y de oxígeno al igual que capturan CO<sub>2</sub>, poseen alta biodiversidad, ayudan al control de inundaciones, regulación del clima, así como tienen un gran valor económico por dotarnos de líquido vital y proveernos de recursos alimenticios como vida silvestre, pesquería y recursos forestales; además, tienen un importante valor cultural, permiten la comunicación y el esparcimiento.

Los ecosistemas de humedales desempeñan un papel clave para la supervivencia de peces y fauna acuática que cría o anida en ellos; constituyen, así mismo, zonas de descanso, alimentación y reproducción de aves y otras especies migratorias. Los humedales brindan múltiples beneficios socioeconómicos para la humanidad; la belleza de sus paisajes y la vida silvestre que hay en ellos, atraen al turismo siendo escenario de variadas actividades de esparcimiento y recreación, lugares para navegar en canoa y a vela, pescar, cazar, recolectar mariscos, observar aves, etc. (PEAMCO).

### **2.1.3. Problemas de los Humedales**

Los humedales han sido destruidos porque la sociedad erróneamente los ha considerado como tierras marginadas, inaccesibles, anegadas y plagadas de mosquitos portadores de enfermedades.

Sin embargo, la pérdida de humedales ha ocasionado un alto costo social. En gran parte esta pérdida ha sido deliberada, incluso planificada por autoridades locales y nacionales, quienes han tomado decisiones al margen del valor total que poseen estos ecosistemas en su estado natural (PEAMCO).

Resumiendo, son obstáculos para la conservación de los humedales, generalmente: escasa difusión de la información técnica, deficientes conceptos de planificación, políticas incongruentes, estructura institucional débil, inadecuada organización sectorial del manejo de los humedales, metodología de trabajo inapropiada, poco personal calificado, deficiente legislación específica, pobre ejecución de las leyes y por último recursos económicos limitados.

En Ecuador, los humedales están principalmente amenazados por la presión de las actividades humanas como: la expansión de la frontera agrícola y ganadera, el incremento de la población, la demanda siempre creciente de agua para las ciudades, el uso inapropiado de los cuerpos de agua para descarga de tóxicos y desechos orgánicos; el turismo no planificado. Además, la implementación de proyectos de desarrollo que tienen que ver con el mejoramiento vial, de riego y

embalses que a la vez resultan en el represamiento y drenaje de humedales. Estas actividades han cambiado los sistemas naturales de drenaje de las cuencas bajas del país (BRIONES et al. 1997, 2001).

## **2.2. CONVENCIÓN DE RAMSAR**

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

Negociado en los años 1960 por los países y organizaciones no gubernamentales que se preocupaban por la creciente pérdida y degradación de los hábitats de humedales de las aves acuáticas migratorias, el tratado se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975. Es el único tratado global relativo al medio ambiente que se ocupa de un tipo de ecosistema en particular, y los países miembros de la Convención abarcan todas las regiones geográficas del planeta (<http://www.ramsar.org/>).

La Convención emplea una definición amplia de los tipos de humedales abarcados por esta misión, incluidos pantanos y marismas, lagos y ríos, pastizales húmedos y turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, zonas marinas próximas a las costas, manglares y arrecifes de coral, así como sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, embalses y salinas (<http://www.ramsar.org/>).

La filosofía de Ramsar gira en torno al concepto de "uso racional". El uso racional de los humedales se define como "el mantenimiento de sus características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible". Por consiguiente, la conservación de los humedales, así como su uso sostenible y el de sus recursos, se hallan en el centro del "uso racional" en beneficio de la humanidad (<http://www.ramsar.org/>).

## **2.3. AVES**

### **2.3.1. Generalidades**

Las aves son los animales mejor conocidos y se distinguen fácilmente del resto. Son los únicos que poseen plumas que recubren y aíslan sus cuerpos. Gracias a las alas, la mayoría de estos animales pueden volar y colonizar todo tipo de hábitat, están presentes en todos los continentes, los mares y la mayoría de las islas; en los polos y desde el nivel del mar hasta las nieves perpetuas, incluyendo pueblos y ciudades. El color y el canto de las aves son agradables al ser humano, y muchas especies tienen importancia económica no solo por la alimentación sino por el desarrollo del aviturismo. La ciencia que estudia las aves es la Ornitología que viene del latín *ornis* que significa aves (AVES Y CONSERVACIÓN 2007).

### **Características**

- Cuerpo cubierto de plumas
- Dos pares de extremidades; el par anterior modificado en las alas para el vuelo; par posterior adaptado para posarse, andar o nadar.
- Esqueleto rígido, liviano y completamente osificado. La boca consiste en un pico y carece de dientes.
- Temperatura del cuerpo constante (homeotermos).
- Se reproducen por huevos.



### **2.3.2. Importancia de las Aves**

Las aves se han especializado en cumplir varias funciones dentro de los ecosistemas en los que viven. Así cuando buscan alimento, estos individuos colaboran en la polinización y dispersión de semillas es decir; en la reproducción de las especies vegetales (AVES Y CONSERVACIÓN 2007).

También hay especies carroñeras que se alimentan de organismos muertos, es decir colaboran en la limpieza del medio natural impidiendo que los animales en descomposición contaminen las fuentes de agua y se dispersen enfermedades (AVES Y CONSERVACIÓN 2007).

Existen especies que son indicadoras del estado ambiental, cuando se alteran las condiciones físicas y biológicas del área de vida, sus épocas reproductivas cambian y hasta sus poblaciones pueden disminuir drásticamente; por ejemplo el Cóndor Andino (AVES Y CONSERVACIÓN 2007).

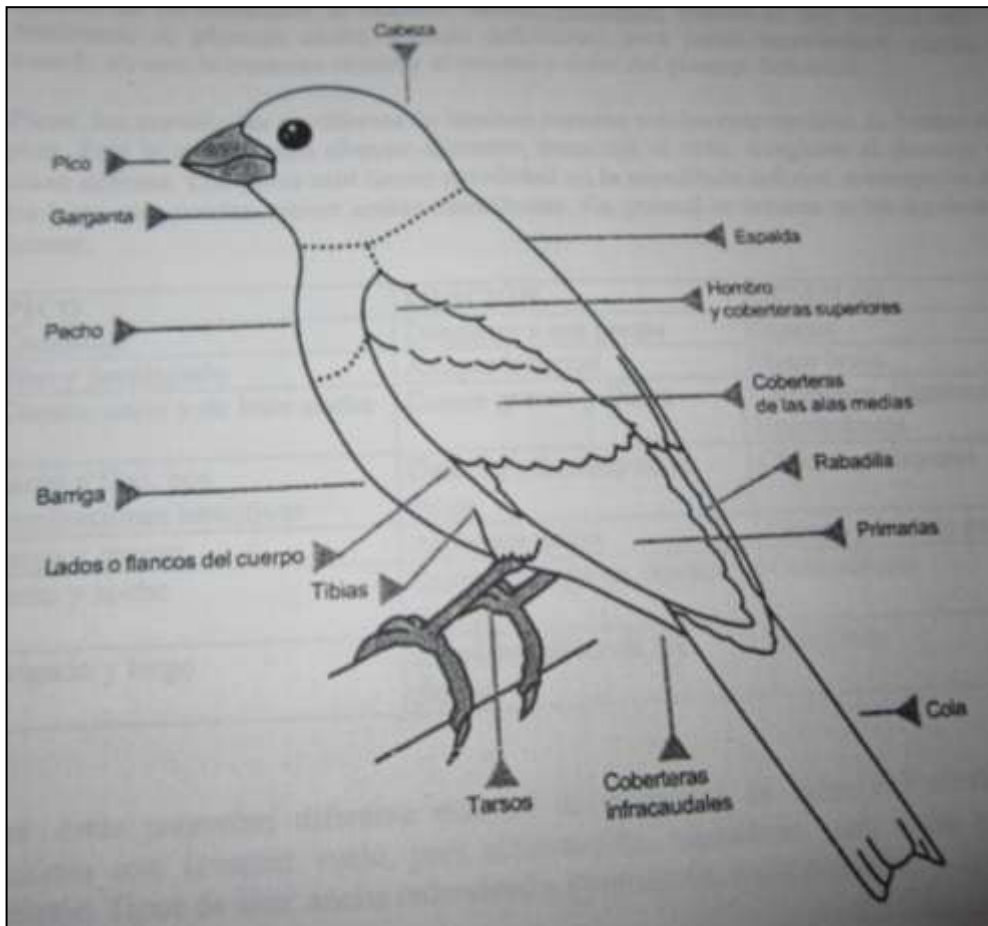
Por sus colores, cantos y vivacidad; las aves despiertan simpatía y gran interés con mayor facilidad que cualquier otro grupo de animales silvestres y son ideales para iniciar a las personas en el estudio de los demás seres vivos y sus hábitats. Estas características han hecho de las actividades de observación de aves un importante recurso económico.

Debido a la variedad de ecosistemas y la cercanía entre estos, Ecuador es un sitio visitado por los amantes de la naturaleza con actividades sostenibles como el ecoturismo. En los últimos años se ha desarrollado el aviturismo, que consiste en la observación de aves en áreas naturales (Birdwatching); esta nueva tendencia del turismo de naturaleza es considerada como el décimo quinto producto no tradicional de exportación del Ecuador (AVES Y CONSERVACIÓN 2007).

### 2.3.3. Morfología y Anatomía

El conocimiento de la morfología y anatomía de las aves, constituye una base fundamental para la observación e identificación de las aves.

**Gráfico 2.1:** Principales partes externas de un Ave

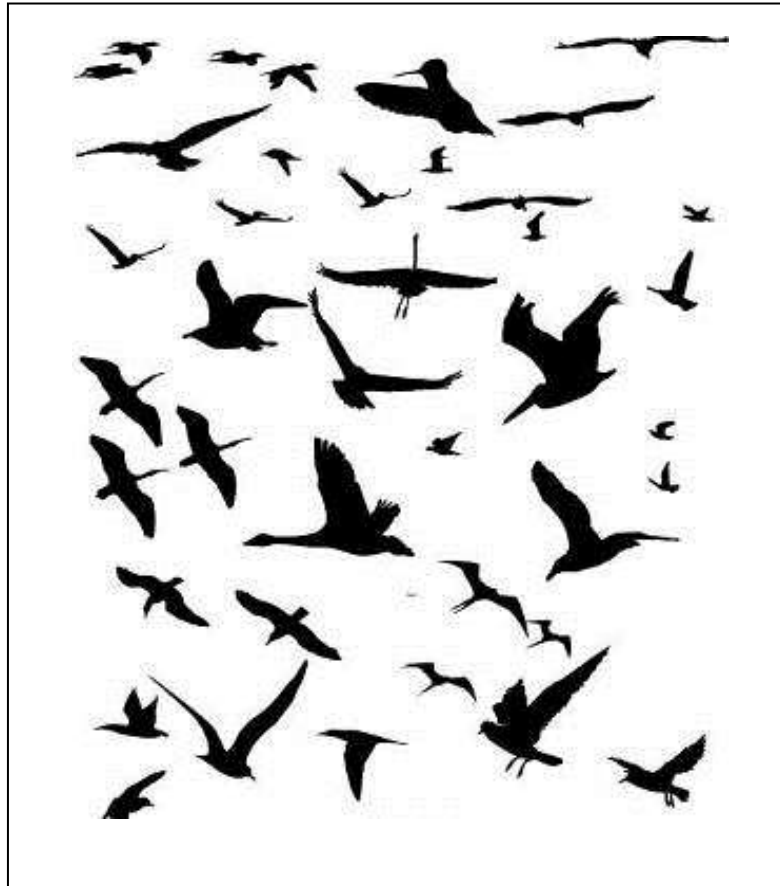


#### Formas del Cuerpo, Perfiles

El perfil y la forma general del cuerpo son importantes características que de manera muy fácil e incluso bajo condiciones de luz pobre pueden ser usadas para al menos determinar la familia y en algunos casos el género de las especies observadas. (Ver Gráfico 2.2). El tamaño también es un aspecto a considerar, para su cálculo se puede hacer una relación con tamaños de aves conocidas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el tamaño y los colores se pueden

distorsionar si el ave es observada a contra luz (se ve más pequeña) o en días nublados (se ve más grande) (AVES Y CONSERVACIÓN .2009).

**Gráfico N° 2.2:** Formas y Perfiles del Cuerpo de las Aves



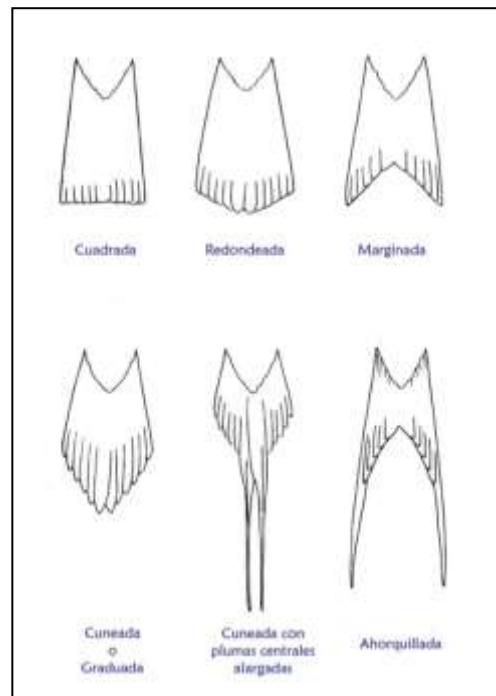
### **Alas**

La forma de las alas y la silueta en vuelo son también importantes para la identificación y están directamente relacionadas con los hábitos de las aves y el ambiente en el que viven. Es así que existen muchas diferentes formas de alas, las cuales tienen en una gran variedad de desempeños en cuanto a resistencia, maniobrabilidad y velocidad. Así por ejemplo, se pueden considerar la siguiente clasificación de las alas: para maniobrar en espacios reducidos, para vuelos de alta velocidad, para planear aprovechando corrientes de aire ascendentes, para planear aprovechando corrientes de aire horizontales (AVES Y CONSERVACIÓN .2009).

## Colas

Las colas en las aves voladoras cumplen la función de “timón” y le da dirección al vuelo. En aves trepadoras se usan como punto de apoyo en los troncos. En general constan de 12 plumas. La posición, largo, forma, color y patrones del plumaje de las colas también pueden contribuir a la identificación de una especie. Los nombres de los tipos de colas varían dependiendo del autor, en general hay colas cuadradas, redondeadas, cuneadas o en cuña, marginadas y horquilladas, con sus respectivas variaciones (AVES Y CONSERVACIÓN .2009).

**Gráfico 2.3:** Formas de Colas de Aves

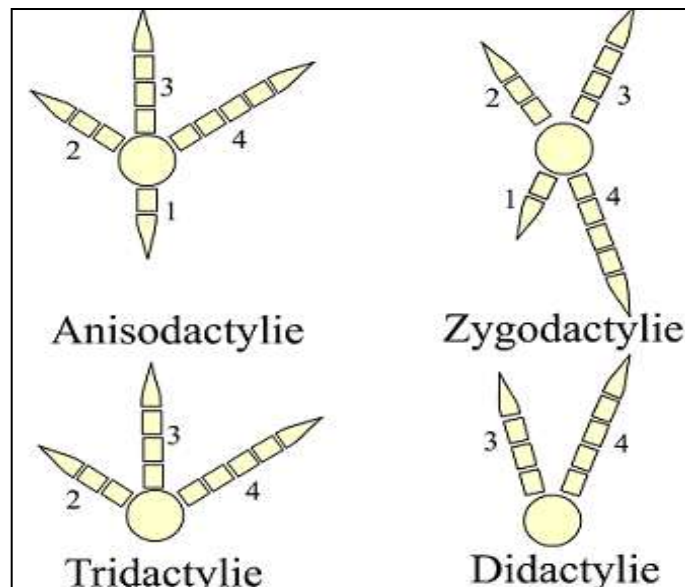


## Patas

El tamaño y forma de las patas depende de cómo y dónde cogen el alimento. Las aves que caminan por el suelo poseen tarsos largos para caminar y correr y uñas cortas. Las patas de las aves que se agarran a las ramas de los árboles son más cortas y gruesas con uñas y dedos largos. Ningún ave tiene más de cuatro dedos, unas pocas tienen 3 y muy pocas 2 (avestruz). En casi todas los órdenes (menos Paseriformes), la posición de los cuatro dedos puede ser diversa: 2 hacia delante y 2 hacia atrás, 3 adelante y 1 reducido, los 4 hacia delante. Estas variaciones se

relacionan a la historia evolutiva y a las adaptaciones al ambiente. En el orden Paseriformes (pájaros), la posición de los dedos será de 3 hacia delante y 1 hacia atrás, esto facilita asirse de las ramas ya que muchas de estas aves son perchadoras (AVES Y CONSERVACIÓN .2009).










**Gráfico 2.4:** Formas de Patas de Aves



### Picos

Los picos han evolucionado en respuesta a diferentes condiciones ecológicas, especialmente las relacionadas al alimento, por lo que muchas especies tienen picos únicos que van a facilitar la identificación. Son herramientas multipropósito y les sirven a las aves para obtener alimento, construir el nido, arreglarse el plumaje y como defensa. Los picos son una extensión del cráneo y se forman de la maxila (la mitad superior) y la mandíbula (la mitad inferior), siendo esta última la única que tiene movilidad, con excepción de los loros que pueden mover ambas partes. El pico presenta una cubierta externa dura formada por queratina (conocida como ranfoteca), la cual crece durante toda la vida del ave. En la Tabla 2.1 se resumen las formas de picos (AVES Y CONSERVACIÓN .2009).

**Tabla 2.1:** Clases y Funciones de los Picos

PICO	FUNCIÓN	EJEMPLOS	GRÁFICOS
Ganchudo	Desgarrar a sus presas	Rapaces	  <p>Carroñero      Ave de presa</p>
Fino y puntiagudo	Atrapar insectos	Pájaro brujo	 <p>Insectívoro</p>
Cónico, corto y de base ancha	Comer granos y frutas	Cardenales, Jilgueros, Huirachuros	  <p>Granívoro      Comedor de semillas</p>
Largo y fino, con terminaciones sensitivas	Detectar alimento en el fango	Chorlos y Playeros	
Largo y grueso	Arponear peces	Garzas y Martín pescador	 <p>Pescador</p>
Corto y ancho	Cazar insectos en rápidos vuelos	Golondrinas	
Delgado y largo	Colectar néctar de las flores	Colibríes	 <p>Nectarívoro</p>

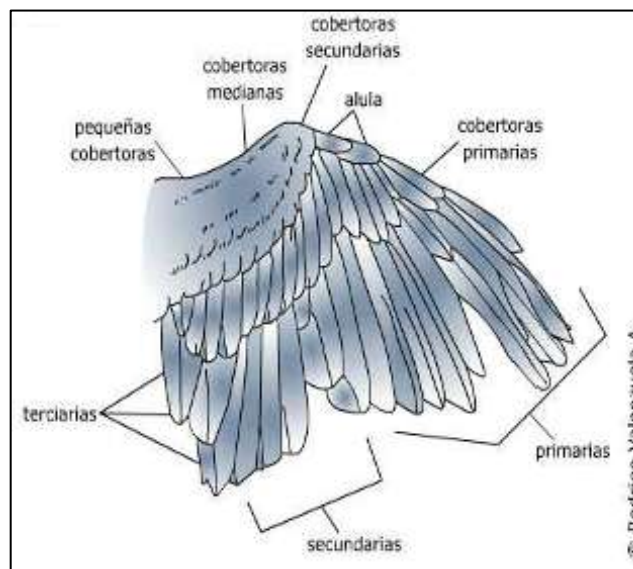
Compilado: Zayana López A.

Sin embargo por su alimentación se puede clasificar a las aves en diferentes gremios o grupos, pueden ser insectívoras sí come insectos, frugívoras sí se alimenta de frutas, nectarívoras sí busca el néctar de las flores, granívoras o semilleras sí se alimenta de semillas, carnívoras o predadoras sí se alimentan de otros animales, en especial vertebrados, o carroñeras sí se alimentan de animales muertos (AVES Y CONSERVACIÓN .2009).

## Plumas

La presencia de plumas diferencia a las aves del resto de los seres vivos. Contribuyen a la mantención del calor corporal y la ejecución del vuelo. Hay diferentes tipos de plumas. Las más rígidas se encuentran en las alas y la cola y son las que sirven para volar. Las plumas de las alas se denominan remeras primarias, secundarias o terciarias, según el hueso en el que se insertan. Las primarias están en los huesos de la “mano” y son en general las más duras, las secundarias se insertan en el cúbito y las terciarias en el húmero. El resto de las plumas, llamadas cobertoras, servirán como eficaces aislantes térmicos (AVES ARGENTINA).

**Gráfico 2.5:** Partes y Estructura de las Plumas



## Coloración y Patrones

Los colores de las plumas nos van a ayudar en identificación de las especies. Estos colores pueden tener diferentes orígenes:

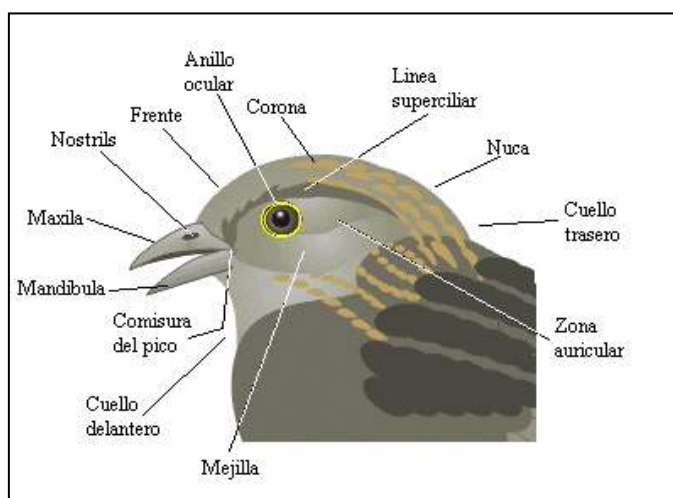
**Melanina:** sustancia producida por el organismo que otorga los colores pardos, negros y grises. La falta de melanina produce el color blanco (albinos).

**Carotenos:** es adquirida por las aves a través de la ingestión de ciertos alimentos. Da a las aves los colores rojos, amarillos, naranjas y verdes. Muchas aves criadas en cautiverio, por ejemplo los flamencos, pierden los rojos y rosados de sus plumas, al no ingerir los crustáceos que contienen estos carotenos.

**Estructural:** algunas aves tienen en sus plumas estructuras que actúan a modo de prisma, de modo que la luz que incide en ellas se refracta y les otorga colores metalizados, como rojos, azules, verdes, amarillos, negros. Son los conocidos reflejos metálicos de varios tordos o los destellantes colores de los picaflores.

Existen tres patrones básicos de coloración que deben ser observados, aquellos de la cabeza, los de las alas y los de la región pectoral. Con un breve vistazo de estos tres sectores del cuerpo se podrá tener una clara idea para determinar que especie se está observando (AVES Y CONSERVACIÓN .2009).

**Gráfico 2.6:** Patrones de Coloración de la Cabeza





#### 2.3.4. Hábitos de las Aves

**Forrajeo:** es buscar alimento, varias aves son especialistas. Toman solo un tipo de alimento (otras aves, roedores, invertebrados, insectos, néctar, frutas, semillas).

Mientras que otras son generalistas, que buscan en una variedad de sitios y comen muchas cosas diferentes. La mayoría de aves buscan el alimento en las primeras horas de la mañana (diurnas), y otras en la noche (nocturnas) (AVES Y CONSERVACIÓN 2007).

**Descanso:** las aves diurnas se movilizan a buscar un sitio donde dormir, en las últimas horas del día, mientras que las aves nocturnas, descansan durante el día y se despiertan apenas anochece (AVES Y CONSERVACIÓN 2007).

**Reproducción:** la época de reproducción inicia con el cortejo, actividad que realiza el macho para conseguir pareja. Puede mudar y tener plumas de colores llamativos para atraer a la hembra.

Además otros realizan piruetas y emiten cantos y sonidos para llamar la atención. Otros proveen alimento o construyen un nido para ser elegidos por una hembra.

Luego de escoger a la pareja, se inicia la etapa de reproducción, luego comienza la búsqueda del sitio ideal para construir el nido o colocar los huevos.

En algunas especies tanto el macho como la hembra construyen el nido y se turnan la incubación de los huevos y posteriormente la alimentación de los pichones. En otras, solo la hembra o solo el macho incuba mientras que el otro cuida el territorio (AVES Y CONSERVACIÓN 2007).

## **2.4. AVES ACUÁTICAS**

### **2.4.1. Generalidades de las aves acuáticas**

Las aves acuáticas constituyen uno de los componentes más carismáticos de la fauna que habita los humedales. No obstante, y con una flexibilidad mayor que la de los peces, las aves pueden hacer uso de estos ambientes durante sólo parte del año y para cubrir una determinada etapa de su ciclo anual, como ser la nidificación y cría, o la muda del plumaje (BLANCO, D.).

Muchas especies de aves acuáticas han desarrollado diversas adaptaciones morfológicas y fisiológicas para hacer mejor uso de los recursos que brindan los humedales. Otras como muchos passeriformes, no exhiben adaptaciones particulares al medio acuático y utilizan estos ambientes en forma temporal, por ejemplo durante el período de nidificación y cría (BLANCO, D.).

La Convención de Ramsar define a las aves acuáticas como “aves que dependen total o parcialmente, durante toda su vida o en alguna etapa, de los humedales” (MUÑOZ, I. 2006).

Estas aves presentan una serie de fenómenos ecológicos muy interesantes como son las migraciones y la vida en colonias. Por otra parte, las aves acuáticas constituyen un grupo altamente dinámico, ya que la variabilidad interna de los humedales se refleja también en las aves, pues sus hábitos se encuentran en un constante estado de cambio y algunas se adaptan a las actividades actuales del hombre. Mientras que otras especies no lo logran llevándolas a la extinción total o local (MUÑOZ, I. 2006).

### **2.4.2. Importancia de las aves acuáticas**

Las aves acuáticas juegan un papel importante dentro del funcionamiento del ecosistema acuático, ya que participan en procesos fundamentales como el flujo de energía y el reciclaje de nutrientes. Anualmente estas aves consumen toneladas

de peces, camarones, insectos y anfibios; parte de ellos queda incorporado en su biomasa y otra parte se devuelve al sistema en forma de nutrientes reutilizables. Por otro lado, pueden actuar como controladores biológicos al ingerir organismos que pueden ser considerados como plagas de cultivos (MUÑOZ, I. 2006).

Las adaptaciones más marcadas en las aves acuáticas están en las estructuras relacionadas con la selección del hábitat y con la alimentación; en particular las patas y picos. Otras adaptaciones fisiológicas constituyen una visión apropiada para ambos medios físicos (aire, agua); así como, adaptaciones circulatorias y respiratorias a los rápidos cambios de presión que ocurren al bucear. Además las aberturas nasales se pueden encontrar en la base, en la parte media o en el extremo del pico, de tal forma que la respiración no interfiera durante la alimentación (MUÑOZ, I. 2006).

#### **2.4.3. Morfología de las aves acuáticas**

**Picos:** la forma de los picos está estrechamente relacionada con el tipo de alimentación que ingieren y también con la estrategia para capturar las presas. Las aves acuáticas por lo general se alimentan pescando, comiendo plantas acuáticas, o son cleptoparásitas. Debido a que algunos alimentos son estacionales, esto significa que las aves van a complementar su alimentación con otros recursos en el transcurso del año (BLANCO, D.).

**Patas:** las patas reflejan de una forma muy determinadamente, los hábitats y hábitos de cada especie. En el caso de las patas de las especies nadadoras y buceadoras son palmeadas, es decir tienen membranas interdigitales para usarlas como paletas e impulsarse en el agua. Además, la longitud de las patas se relaciona con la profundidad del agua en el hábitat en que se alimentan.

Los dedos en algunas especies suelen ser más largos como en las garzas, lo que aumenta la superficie de apoyo para poder caminar sin hundirse en fondos blandos o en vegetación flotante como las gallaretas (MUÑOZ, I. 2006).

**Cuellos:** los cuellos pueden ser desde cortos hasta muy largos, y responden a la necesidad de mantener un equilibrio con otras partes del cuerpo durante el vuelo, para sondear en aguas profundas y para tener una mayor maniobrabilidad al capturar presas rápidas como los peces (MUÑOZ, I. 2006).

**Plumas:** tienen una estructura compacta que sumado al empleo de aceites impermeabilizantes producidos en la glándula uropígea en la base de la cola, les impide mojarse (MUÑOZ, I. 2006).

## **2.5. MIGRACIONES**

### **2.5.1. Migración de las aves**

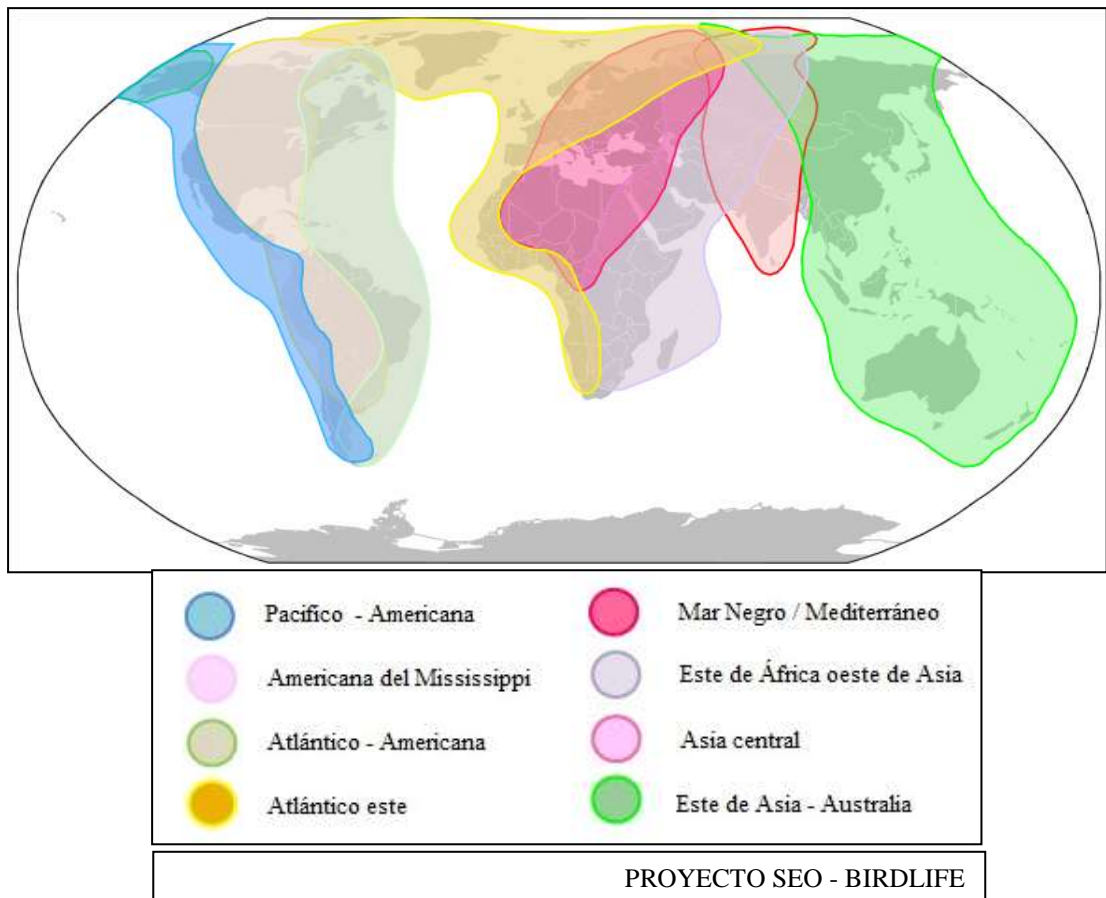
Las aves migratorias presentan unas áreas o cuarteles de cría en primavera-verano donde se reproducen y unas áreas de invernada donde pasan el invierno. Existen varios recorridos que marcan una trayectoria que se denominan rutas migratorias como se puede ver en el Gráfico 2.7.

La migración es un fenómeno muy común en la naturaleza y de hecho hay muchas especies de mariposas, peces, murciélagos o tortugas que son migradoras. Sin embargo, en el caso de las aves el medio aéreo empleado, la capacidad de volar y las grandes distancias recorridas por muchas especies hacen que en este grupo esté particularmente bien representado. Mientras que los migradores de corta distancia puedan simplemente abandonar las áreas montañosas para buscar inviernos más benignos en zonas más bajas, los de larga distancia recorren a menudo decenas de miles de kilómetros sorteando toda clase de barreras físicas (como montañas), ecológicas (como desiertos) o meteorológicas (tormentas, vientos en contra, etc.). Además dentro de una misma especie puede haber distinto comportamiento migrador entre individuos dependiendo por ejemplo de la edad, el sexo o la población de origen (PROYECTO SEO- BIRDLIFE).

Los movimientos migratorios se dividen en etapas ya que suelen durar varios días o incluso semanas. Por ello las aves deben parar a descansar y alimentarse en

puntos adecuados que se denominan áreas de reposo o de sedimentación y que resultan muy importantes para que el viaje llegue a buen término. Existen numerosas estrategias de migración que dependen de las especies, latitudes donde se reproducen, las condiciones meteorológicas anuales, la distribución histórica de la especie, entre otras (PROYECTO SEO- BIRDLIFE).

**Gráfico 2.7:** Ruta de Migraciones de la Aves



### 2.5.2. Por qué migran las aves

El principal elemento que condiciona la permanencia o no en un lugar de las aves, es el alimento. Muchas veces existe alimento en una región, pero no está accesible por las condiciones meteorológicas en ese momento: temperaturas muy bajas que hielan el agua o endurecen el suelo, sin que se pueda beber o buscar alimento en el suelo; nevadas que impiden el acceso al alimento, etc. Así, muchas especies de aves y miles de individuos, abandonan las zonas más norteñas, con inviernos más desfavorables, y viajan a latitudes del centro y sur del continente Americano y de forma paralela, sucede en el resto de continentes (PROYECTO SEO- BIRDLIFE).

A pesar de que el Ecuador se sitúa sobre la línea equinoccial, en sí distanciada de las localidades fuentes de la mayoría de aves migratorias, éstas, aun si no al grado observado más al norte en la misma zona neotropical constituyen un componente importante de la avifauna ecuatoriana. Aves migratorias llegan al Ecuador desde el norte y sur y de varios lugares del océano Pacífico (AVES DEL ECUADOR, 2006).

### 2.5.3. Tipos de migración de aves en el Ecuador

En base al Libro Aves del Ecuador volumen II, existen diferentes tipos de migración de aves en el Ecuador que se menciona a continuación:

- **Migratorias Boreales:** especies que anidan en el hemisferio norte y migran hacia el sur durante el invierno boreal. En Ecuador ellas constituyen el grupo más diverso y prominente de aves migratorias, con una nómina de 120 especies registradas en el país.
- **Migratorias Australes:** especies que anidan en el hemisferio sur y migran hacia el norte durante el invierno austral. Solo 21 especies cumplen esta trayectoria en Ecuador.
- **Migratorias Intratropicales:** especies que se crían en una región de los trópicos y luego migran a otra una vez que esta época expira. Para Ecuador la nómina son 6 especies.

- **Visitantes Pelágicas:** agrupan a las especies que se encuentran principalmente o totalmente en alta mar en el Océano Pacífico y no anidan en la costa continental del país. En Ecuador se han registrado 29 especies de visitantes pelágicas.
- **Dispersivas del Perú:** aves deambulatorias del Perú que anidan en costas peruanas pero se dispersan al norte hacia aguas costeras del Ecuador. Para Ecuador la nómina son 11 especies.
- **Errabundas:** especies que se presentan irregularmente, con estados de distribución, abundancia y hasta procedencia, a menudo inciertos. Para Ecuador la nómina son 16 especies errabundas.
- **Migratorias Altitudinales:** no existen pruebas de que se produzca la migración altitudinal dentro del Ecuador, pero sospechamos que esto se debe a una falta de observación de las localidades individuales más que a la verdadera ausencia de dicha posibilidad.

## 2.6. CATEGORÍAS UICN

Según UICN se identifican especies amenazadas de extinción a nivel global, las cuales las clasificamos en:

- **Extirpado/Extinto (EX)**

Un taxón para el cual el margen de duda de si el último individuo de la especie es ínfimo, el estado « extirpado » se refiere a un taxón que ya no existe en una facción de su distribución pero todavía se encuentra en otras partes de ellas (RIDGELY Y GREENFIELD, 2006).

- **Critico (CR)**

Un taxón que se considera sufre un riesgo extremadamente alto de extinción local en el futuro inmediato (en los próximos años) en su hábitat natural ecuatoriano (RIDGELY Y GREENFIELD, 2006).

- **En Peligro (EN)**

Un taxón que en el Ecuador es menos seriamente amenazado que aquellos que se califiquen en estado Crítico, pero que en todo caso también se encuentran en riesgo muy alto de extinción local en el futuro cercano. (En una o dos décadas) (RIDGELY Y GREENFIELD, 2006).

- **Vulnerable (VU)**

Un taxón que en el Ecuador es menos seriamente amenazado que aquellos que se califiquen en estados «Crítico» o «En Peligro», pero que en todo caso también se encuentran en alto riesgo de extinción local en el futuro cercano (en las próximas décadas) (RIDGELY Y GREENFIELD, 2006).

- **Casi Amenazados (NT)**

Un taxón que se juzga no se encuentra seriamente amenazada pero cuyo estado nos da indicios de alguna preocupación, y que requerirá un monitoreo cuidadoso en el futuro (RIDGELY Y GREENFIELD, 2006).

- **Datos Insuficientes (DD)**

Un taxón para el cual la información es insuficiente en pos de evaluar adecuadamente su riesgo de extinción en Ecuador. Algunas de dichas especies pueden estar declinando por razones inciertas en el país, o sus poblaciones ecuatorianas pueden ser inexplicablemente pequeñas. Aun cuando no existan o sean pocos los registros de una especie en Ecuador, si su hábitat es conocido y no se considera en riesgo, no es necesario atribuirle la estimación de Datos Insuficientes o cualquier otra (RIDGELY Y GREENFIELD, 2006).



## **2.7. MONITOREO**

Un programa de monitoreo debe proporcionar tres tipos de datos. En primer lugar debe aportar información que permita estimar índices de abundancia de varias especies. En segundo lugar debe estimar parámetros demográficos de al menos algunas de las poblaciones de esas especies. Y por último, debe proporcionar información sobre el hábitat, de manera que sea posible relacionar la densidad y los parámetros demográficos de las poblaciones de aves con las características de su entorno. En principio, el programa debe tener como objetivo el estudio de la comunidad ornítica en su totalidad y por lo tanto debe intentar monitorear todas las especies de la zona (USDA FOREST SERVICE GEN, 1996).

El monitoreo es una herramienta básica esencial para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. La información sobre tamaño, condición, tendencia de las poblaciones, su demografía, distribución geográfica, patrones migratorios, requerimientos de hábitat, entre otros, es indispensable para la instrumentación de medidas de conservación y manejo (BERLANGA H, 2006).

Los programas de monitoreo a largo plazo son un componente crítico del manejo responsable de la vida silvestre a diferentes escalas (BERLANGA H, 2006).

Los datos proporcionados por el monitoreo se utilizan para desarrollar modelos, índices e indicadores para normar decisiones y medidas de manejo y conservación (BERLANGA H, 2006).

## **2.8. DINÁMICA DE POBLACIONES**

Estimar o medir los cambios en las aves, puede servir para predecir pérdidas de diversidad asociadas a los distintas actividades humanas, y también para proponer medidas de mitigación, monitoreo o restauración ecológica en áreas modificadas.

Esto no sería posible sin estudios o programas de monitoreo, ni sin ecosistemas muy bien conservados.

Con ello se define las especies más abundantes en función de los meses del año, se identifica especies migratorias y residentes, al igual que sitios de mayor abundancia y hábitats de mayor preferencia.

### **Patrones de Distribución Espacial y Temporal**

La distribución puede estar ligada y obedecer a las siguientes causas: condiciones climatológicas, obtención de recursos para satisfacer sus necesidades, posesión de áreas con mejores condiciones ambientales, por características instintivas de atracción social, por procesos de reproducción, épocas de migración. Esta distribución puede ser uniforme, al azar ó aglomerada (GARCIA G.).

## **2.9. ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA**

La zonificación ecológica comprende el análisis del territorio de manera integral, paso definitivo en la elaboración del diagnóstico ambiental territorial. En la zonificación se considera el paisaje como una entidad espacio temporal integrada, contribuyendo a presentar la dinámica de los procesos ecológicos y funcionamiento del paisaje; logrando así una planificación prospectiva del uso de la tierra que garantice la conservación y uso sostenido de los recursos naturales (MUNICIPIO BUENOS AIRES).

La metodología para la realización de la zonificación ecológica es por medio de la determinación de unidades de paisaje. Aunque existen otras metodologías para la determinación de unidades de paisaje, como la establecida por G. Bertrand (1968), basada en la definición de unidades homogéneas de paisaje, geofacies y geohorizontes (MUNICIPIO BUENOS AIRES).

El propósito fundamental del análisis de los recursos físicos y bióticos es caracterizar describir, clasificar, sintetizar y especializar el paisaje mediante una zonificación ecológica, que permita identificar las potencialidades y restricciones de uso que puedan tener las diferentes unidades de paisaje resultantes (MUNICIPIO BUENOS AIRES).

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. EQUIPOS Y MATERIALES

Los equipos y materiales utilizados en la presente investigación se indican a continuación:

- Binoculares Bushnell waterproof 10 x 45.
- Cámara fotográfica semi-profesional, misma que permitió contar con un registro fotográfico que ayudó a la identificación de las especies, al igual que contar con una base fotográfica (polluelos, juveniles, adultos, machos, hembra, plumaje reproductivo, entre otros).
- Guía de campo I y II *Aves del Ecuador* de Robert S. Ridgely y Paul J. Greenfield, como libros base para el estudio y análisis de los datos obtenidos.
- GPS Garmin, permitiendo así establecer los puntos georeferenciados de las zonificación ecológica. Al igual que contar con datos de ubicación y preferencia de aves migratorias y registros inusuales.
- Fichas de campo, tanto para la determinación de zonas de estudio, como para el monitoreo de avifauna acuática del lago.

#### 3.2 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para los censos de la avifauna es la establecida por Aves y Conservación como parte del Censo Neotropical de Aves Acuáticas (CNNA), la cual ha sido adaptada y complementada por el Gobierno Provincial de Imbabura como parte del Plan de Monitoreo Mensual que lleva a cabo desde el 2007 en los principales humedales de la provincia (Yahuarcocha, San Pablo y Cuicocha), cuyo fin es el establecimiento de estrategias para la conservación de la avifauna y sus

hábitats que sustentan la toma de decisiones para el manejo sustentable de los humedales.

La presente tesis ha permitido la aplicación de dicha metodología en el lago San Pablo e ir validando los procesos implementados; a continuación se describen los pasos de la metodología utilizada en el estudio:

### **3.2.1. Reconocimiento de la Zona de Estudio**

Este fue el primer paso y fundamental para el inicio de la zonificación ecológica. Consistió en el reconocimiento del humedal tanto externa (vehículo) como interna (lancha), se realizó la toma de varios puntos GPS los cuales sirvieron para georeferenciar la Ortofoto del cantón Otavalo del 2002 y territorializar las acciones como punto de partida para estructurar el mapa base de la zona de estudio.

Durante la salida con la ayuda de binoculares (10 × 45) se realizó una identificación preliminar de las especies de avifauna acuática en el lago San Pablo y así irse familiarizando con las especies presentes en el lago

El recorrido por el perímetro navegable del lago se lo realizó durante dos horas en compañía del Sr. Pablo Echeverría quien presta el servicio de lanchas en el Muelle Chicapam y participa activamente desde del 2004 en los monitoreos de la avifauna y con los lineamientos y orientaciones por parte de Aves y Conservación, así como del GPI constituye en un importante observador y guardián de las aves de San Pablo.

### **3.2.2. Definición de las Zonas de Monitoreo – Unidades Ambientales**

Luego de conocer y familiarizarse con el ecosistema lacustre, se realizó un recorrido en lancha por el área de estudio, con el objetivo de definir las zonas de monitoreo y subdividir al lago en unidades de muestro utilizando el criterio de Unidades Ambientales propuesto por Domingo Gómez Orea para el ordenamiento territorial, es decir, se establecieron sectores del territorio relativamente homogéneos, definidos e identificados por: la existencia de algún “factor controlante clave” como el tipo de cobertura vegetal, o aspecto que condiciona su uso como las actividades antrópicas que se desarrollan en las orillas del lago (TERÁN, LÓPEZ, SANTANDER Y LARA, 2012).

Se realizó la toma de puntos GPS de cada una de las zonas de estudio tanto del inicio como final en base a una estructura referencial visible (casa, montaña, escuela, muelle, bosque). Los datos obtenidos fueron analizados e ingresados al Software de Sistema de Información Geográfica Arc-GIS obteniendo una mapa previo de la zonificación ecológica, mismo que conjuntamente con las fotografías de los sitios referenciales de los puntos iniciales y finales de cada zona fueron las herramientas de ubicación en los siguiente monitoreos del año de estudio. En sí se establecieron 13 zonas, considerando aspectos de vegetación y actividades antrópicas que se desarrollan en cada una de ellas; de estas zonas, 12 se encuentran en la zona litoral, mientras que 1 representa el espejo de agua.

### **Caracterización de la vegetación riparia del lago San Pablo**

El hábitat ripario o de ribera, constituye un elemento estratégico para el equilibrio ecosistémico del lago. En las zona de ribera (orillas) se produce la interacción de múltiples especies de flora, fauna, zooplancton, fitoplancton y demás microorganismos que dan lugar al mantenimiento de una alta biodiversidad; así como también, proveen refugio y alimento para la vida silvestre especialmente la avifauna acuática de humedales, y contribuyen enormemente en el amortiguamiento de los efectos producto de las acciones antrópicas que se desarrollan en el área de influencia directa e indirecta del lago (COMUNICACIÓN PERSONAL ING. DORA CUAMACÁS).

En este sentido se realizó la caracterización de la vegetación riparia del lago San Pablo, para ello se tomo en cuenta las trece zonas litorales que forman parte de las zonas de motitoreo. Considerando las dificultades para acceder directamente a cada zona por las orillas, fue necesario utilizar la lancha a fin de acercarse hasta el margen del espejo de agua, en donde, aplicando el criterio de muestreo referencial se procedió a coleccionar muestras fértiles (con flores y frutos) de plantas herbáceas hidrofílicas emergentes que forman parte de la composición florística dominada por las especies: *Schoenoplectus californicus* (totora), *Typha latifolia* (colla), *Scirpus* sp. (Itsi) (COMUNICACIÓN PERSONAL ING. DORA CUAMACÁS).

El muestreo realizado y la identificación taxonómica de las colectas botánicas, permitió contar con información referencial sobre la composición florística; sin embargo, es necesario establecer áreas de muestreo en zonas estratégicas a fin de realizar un inventario exhaustivo que permita contar con información a detalle para realizar cálculos bioestadísticos necesarios en la determinación de la densidad relativa, dominancia relativa y el índice de valor de importancia de cada familia botánica. Los parámetros señalados sirvieron para conocer la diversidad florística como indicador del estado de conservación actual y el grado de intervención del sistema lacustre. Además, la información obtenida es útil en la formulación y aplicación de estrategias que promuevan la recuperación efectiva del lago, considerado como hábitat estratégico para un sinnúmero de especies residentes y migratorias de avifauna acuática (COMUNICACIÓN PERSONAL ING. DORA CUAMACÁS)

### **3.2.3. Inventario, Censo y Monitoreo de la Avifauna Acuática**

Para el inventario de la avifauna del humedal se realizó un recorrido alrededor de todo el perímetro interno del lago utilizando transporte lacustre (lancha) a una velocidad 5 metros por minuto, la duración de los monitoreos tuvieron un tiempo aproximado de 2 horas.

El conteo se lo realizó siguiendo el procedimiento de observación directa, para lo cual se utilizó binoculares 10x45 y anotó todas las aves que fueron avistadas en el recorrido, considerando su ubicación en las zonas establecidas previamente.

Los datos fueron registrados en la matriz de monitoreo diseñada a fin recopilar de manera ágil, ordenada y estandarizada los resultados obtenidos en cada uno de los monitoreos de los diferentes humedales de Imbabura que forman parte del Plan de Monitoreo Mensual; la cual contiene tres partes:

La primera se refiere a información general tales como:

- **Fecha del monitoreo**
- **Hora de inicio y hora de finalización del monitoreo**, considerado el periodo de estadía en la lancha. Las fechas y las horas de los monitoreos realizados durante el año 2011 se pueden observar en la siguiente tabla:

**Tabla 3.1:** Fechas y horas de los monitoreos realizados

FECHAS DE MONITOREO DE AVIFAUNA ACUÁTICA DEL LAGO SAN PABLO (Imbabura - Ecuador)						
FECHA	MAÑANA			TARDE		
	HORA INICIO	HORA FINAL	DURACIÓN (minutos)	HORA INICIO	HORA FINAL	DURACIÓN (minutos)
MIÉRCOLES 13 DE OCTUBRE DEL 2010	10H00	12H00	120	16H00	17H15	75
MARTES 30 DE NOVIEMBRE DEL 2010	10H30	12H30	120	16H30	17H30	60
JUEVES 20 DE DICIEMBRE DEL 2010	10H15	12H30	135	16H00	17H00	60
VIERNES, 21 DE ENERO DEL 2011	10H15	12H15	120	16H00	17H30	90
MIÉRCOLES, 23 DE FEBRERO DEL 2011	11H30	13H20	110	16H10		
MARTES, 29 DE MARZO DEL 2011	10H00	12H00	120	16H00	17H45	105
MARTES, 26 DE ABRIL DEL 2011	10H10	11H50	100	16H00		
LUNES, 30 DE MAYO DEL 2011	09H50	10H30	40	16H45	18H05	110
MARTES, 28 DE JUNIO DEL 2011	10H00	11H30	90	16H00	17H15	75
MARTES, 26 DE JULIO DEL 2011	10H31	12H12	134	16H00	17H35	105
VIERNES, 26 DE AGOSTO DEL 2011	10H30	11H50	80	15H30	17H00	90
VIERNES, 23 DE SEPTIEMBRE DEL 2011	9H20	11H05	105	15H45	16H45	60
MARTES, 18 DE OCTUBRE DEL 2011	10h15	12h00	105			
MARTES, 22 DE NOVIEMBRE DEL 2011	15h50	16h40	50			
MIÉRCOLES, 21 DE DICIEMBRE DEL 2011	11h35	13h35	120			

Elaborado: Zayana López Ayala






- **Característica del tiempo**, las consideradas fueron: **Nubosidad** que es la fracción de cielo cubierto con nubes en un lugar en particular, para el caso del monitoreo de avifauna se expresa la nubosidad en cuartos lo que significa dividir el cielo en cuatro partes el observador evalúa el número de partes cubiertas por nubes; registrando 0/4 para una condición de cielo totalmente despejado, mientras que 4/4 representa un cielo completamente nublado. **Viento**, siendo el desplazamiento horizontal del aire con respecto a la superficie terrestre, se ha designado una escala para estimar de manera indirecta la velocidad del viento, que va de cero a tres, siendo tres (3) viento fuerte, dos (2) moderado, uno (1) ligero y cero (0) sin viento o en total calma. **Precipitación:** llovizna (1) , lluvia leve (2), moderada (3) y fuerte (4).
- **Equipo de trabajo**, es decir el nombre de las personas que participaron en el monitoreo

La segunda parte, permite registrar de manera estandarizada el conteo de los individuos observados por cada especie (según el listado de especies previamente determinado) en función de las zonas de monitoreo en las que se encuentran presentes; al final de la casilla de cada zona se estableció un espacio correspondiente al subtotal, cuya sumatoria es realizada en campo inmediatamente de finalizado el monitoreo por el anotador designado.

La tercera parte de la matriz, corresponde al casillero de las observaciones, en el cual se colocan anotaciones relevantes de cada uno de los monitoreos, haciendo referencia a datos climatológicos, acciones antrópicas realizadas, registro de especies nuevas, especies no identificadas con certeza en el campo, entre otras.

A continuación se puede presentar la matriz utilizada para el levantamiento de la información durante el tiempo de investigación:

**Tabla 3.2:** Fichas de Campo para el monitoreo de aves acuáticas del Lago San Pablo en la provincia de Imbabura (zonas: 7-14)

  											
<b>MONITOREO AVIFAUNA ACUÁTICA DEL LAGO SAN PABLO (Imbabura - Ecuador)</b>											
FECHA:		H. INICIO:		H. FINAL:		CARACTERÍSTICAS TIEMPO: N: /4		V :		Pr:	
EQUIPO DE TRABAJO: Nivel Espejo Agua											
ESPECIE	ZONA 8	ZONA 9	ZONA 10	ZONA 11	ZONA 12	ZONA 13	ZONA 14				
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>											
<i>Butorides striatas</i>											
<i>Egretta thula</i>											
<i>Egretta caerulea</i>											
<i>Nycticorax nycticorax</i>											
<i>Bulbucus ibis</i>											
<i>Ardea alba</i>											
<i>Podylimbus podiceps</i>											
<i>Anas andium</i>											
<i>Anas georgica</i>											
<i>Anas discors</i>											
<i>Oxyura ferruginea</i>											
<i>Porzana carolina</i>											
<i>Porphyra martinica</i>											
<i>Gallinula chloropus</i>											
<i>Fulica ardesiaca</i>											
<i>Vanellus chilensis</i>											
<i>Actitis macularia</i>											
<i>Tringa melanoleuca</i>											
<i>Tringa flavipes</i>											
<i>Larus serranus</i>											
<i>Larus atricilla</i>											
<b>TOTAL</b>											
<b>OBSERVACIONES</b>											

Realizado por: Aves y Conservación, Karen Terán, Zayana López

Además en el monitoreo se tomaron en cuenta los siguientes criterios para su realización:

- **Periodicidad:** los monitoreos se los realizó una vez por mes (mañana y tarde) desde octubre del 2010 hasta septiembre del 2010, con el objetivo de analizar si existen diferencias significativas en los patrones de distribución espacial y temporal de las especies en función de los monitoreos matutino y vespertino. Sin embargo se continuo con el monitoreo mensual matutino, por lo que la investigación y análisis de esta tesis se realizan en función de los datos correspondientes al 2011.
- **Amplitud temporal:** El Plan de Monitoreo de la avifauna acuática de los principales humedales de Imbabura, inicio en el 2004 con el Censo Neotropical de Aves Acuáticas liderado por Aves y Conservación y tiene un una visión de largo plazo, por lo que, estos se sigue realizando hasta la presente fecha.
- **Amplitud espacial:** el monitoreo se realiza en todo el perímetro del lago San Pablo, para lo cual se realizó el recorrido en lancha por el borde de la orilla, siguiendo siempre la misma trayectoria (inicio muelle chicapam con dirección hacia: nor-este), cumpliendo en un 100% el perfil navegable del lago.

#### **3.2.4. Sistematización y Análisis de Datos**

Con la información obtenida en campo durante el año de investigación, mensualmente se fue alimentando la base de datos de la diversidad y abundancia de las especies de avifauna acuática de cada una de las zonas del lago SP, la cual forma parte de la base de datos global que se dispone del lago desde el 2004. Esto permitió contar con información consolidada, misma que fue la base tanto para el análisis estadístico, la determinación de la abundancia, diversidad patrones de distribución temporales y espaciales de las especies, así como el sustento de la propuesta preliminar de zonificación ecológica (TERÁN, LÓPEZ, SANTANDER Y LARA, 2012).

### **3.2.5. Determinación de los Patrones de Distribución**

En función de la información generada en la base de datos se realizaron los análisis respectivos de los patrones de distribución tanto espacial como temporal de la avifauna acuática del lago San Pablo.

Para los patrones de distribución espacial se consideró la zonificación ecológica del lago con los datos de diversidad y abundancia de cada zona.

En cuanto a los patrones de distribución temporal se consideraron los datos del monitoreo mensual del año de estudio de la avifauna acuática del lago San Pablo.

### **3.2.6. Zonificación Ecológica**

La propuesta metodológica utilizada para la determinación de la zonificación ecológica para la conservación de la avifauna acuática, se encuentra en proceso de validación; ésta ha sido diseñada y forma parte de las Estrategias de Conservación de la avifauna acuática en los humedales de Imbabura emprendida por el Gobierno Provincial de Imbabura en coordinación con Aves y Conservación y el apoyo de la Universidad Técnica del Norte.

La zonificación ecológica es una estrategia de conservación in situ de la avifauna acuática, que tiene como objetivo proteger sitios prioritarios que constituyen lugares de refugio, alimentación y anidación de las especies residentes y migratorias, que presentan una importante diversidad y/o abundancia; su determinación se la realiza, en función de los datos de abundancia, diversidad y densidad relativa de cada zona de monitoreo o Unidad Ambiental (patrones de distribución espacial), con los que, se estructura una matriz de ponderación para determinar la prioridad de conservación de cada una de las Unidades Ambientales que conforman el ecosistema lacustre, para lo cual Terán, López y Santander, (2012) proponen:

- Establecer rangos para cada uno de estos parámetros (promedio anual de diversidad, abundancia, densidad relativa y registros importantes de aves

acuáticas presentado) y se les asigna un valor ponderado de bajo (1), medio (2) o Alto (3) según los atributos de dichas variables; además, en el análisis se incluye el dato de la presencia de algún registro especial en la zona, asignándole un valor de 3.

- Realizar la sumatoria de los valores ponderados y determinar la prioridad de conservación de cada zona ( zonificación ecológica), siendo:
  - Aquellas que alcanzan mayor valor son consideradas como de alta prioridad para la conservación o prioridad debido a que presentan una alta diversidad y/o abundancia de aves acuáticas y/o por haberse registrado especies de particular interés que le dan importancia a estos sitios; por lo que, estas zonas requieren un especial cuidado; el objetivo general de manejo es conservar el ambiente natural con un mínimo de intervención humana, para evitar la perturbación del hábitat y garantizar la conservación de la aves acuática
  - Las zonas que presentan una puntuación intermedia son consideradas de prioridad media es decir prioridad 2; en estas zonas el objetivo de manejo es implementar acciones de educación ambiental y recreación en armonía con la naturaleza
  - Mientras que las zonas con puntuación menor son de prioridad baja es decir “3”, cuyo objetivo de manejo permite el desarrollar actividades antrópicas amigables con el ambiente y puede soportar mayor concentración de personas junto a sus orillas, aunque bajo ningún motivo se permitirá edificación.
- Además, como parte de la zonificación se debe establecer una franja de protección y una de amortiguamiento con el objetivo de conservar del equilibrio de todo el humedal.
  - Franja de protección: consiste en una franja de 50 metros de ancho paralela a la línea de cota máxima del cauce permanente del lago, donde no se puedan realizar desarrollos urbanísticos o edificaciones para uso residencial, ni permitir la presencia de ganado y cultivos que demanden el uso intensivo de agroquímicos.

- Franja de amortiguamiento: constituye un área de 30 metros, medidos a partir del límite de la franja de protección, es decir establece un área circundante a la franja de protección, que permite el desarrollo de corredores ecológicos privados o públicos conforme a las características de las propiedades de los predios circundantes del espejo de agua
- Finalmente, dicha información debe ser territorializada, mediante la estructuración del mapa de zonificación ecológica donde se visualizan las zonas o Unidades Ambientales y su categoría de priorización (que definen su manejo), con lo cual, se pretende incidir en el uso y ocupación del suelo. Se recomienda en este proceso utilizar una imagen satelital u orto-foto lo más actualizada posible y el apoyo de Sistemas de Información Geográfica (Arc-GIS) que permitan el manejo e interpretación de la geodata base estructurada como parte de la zonificación ecológica.

### **3.2.7. Validación de la Zonificación Ecológica**

La validación de la propuesta de zonificación ecológica del lago San Pablo se la realizó mediante la modalidad de “criterio de expertos”, contando con el apoyo de técnicos con amplio conocimiento de la zona de estudio y de ornitología, quienes validaron la coherencia, pertinencia y fidelidad de los resultados, siendo estos:

Bióloga Dra. Tatiana Santander de Aves y Conservación quien desde el 2004 lidera el Censo Neotropical de aves acuáticas del Ecuador (CNAA), y ha realizado como parte de este programa los censos en Yahuarcocha, San Pablo y Cuicocha, por lo que, tienen un amplio conocimiento sobre la avifauna acuática del lago. Además ha coordinado el programa de IBAS en el Ecuador.

Por parte del Gobierno Provincial de Imbabura se contó con el apoyo y asesoría permanente de la Ing. Karen Terán magister en desarrollo Regional y

Planificación Territorial quienes forman parte del CNAA de la provincia de Imbabura desde el 2004 y lidera el plan de monitoreo mensual de la avifauna mensual en Yahuarcocha, San Pablo y Cuicocha.

### **3.2.8. Análisis Bioestadísticos**

#### **Diversidad**

Número de especies registradas en el año de estudio

Número de especies registradas en cada una de las zonas

#### **Abundancia**

Número de individuos por mes

Número de individuos por zona

#### **Densidad**

Número de individuos / área

#### **Densidad Relativa**

$$DiR = (ni / nT) * 100$$

En donde:

DiR = densidad relativa de cada zona

ni = número de individuos de cada zona

NT = número total de individuos registrados

## Índice de Diversidad de Simpson

$$D = 1 - \sum^s (P_i)^2$$

El valor de la diversidad mínima es cero y el máximo es  $(1 - 1/s)$ , en donde:

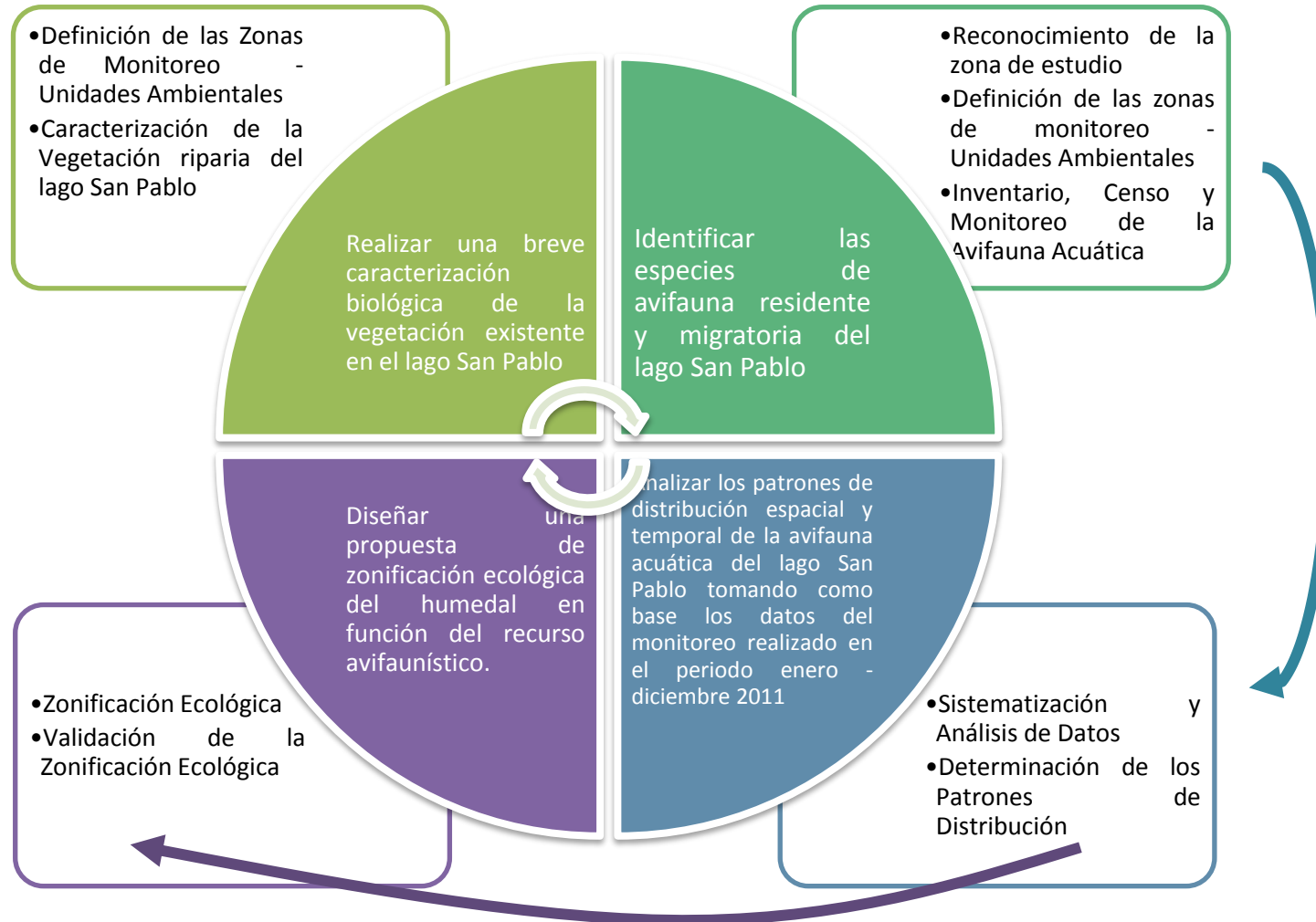
D = índice de diversidad

$P_i$  = Proporción de individuos de la especie  $i$  en la comunidad

$s$  = número de especies



**Gráfico 3.1: Flujo-grama Metodología**



## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. UBICACIÓN

San Pablo es un lago de alta montaña que se encuentra en la parte norte de los Andes ecuatorianos, cerca de Otavalo en la provincia de Imbabura a 2 660 msnm; Coordenada X: 8075538, Coordenada Y: 10023696 (UTM WGS 84). El lago tiene una superficie de 6,7 Km<sup>2</sup>, presenta una forma casi circular, con orillas de pendiente pronunciada, se asemeja a la forma de una piscina con paredes verticales. Los aportes de agua provienen principalmente de riachuelos de montaña, y el tiempo de residencia de las aguas en el lago ha sido estimado en 3.2 años (CASALLAS, 2005). (Ver Anexo 1).

En las orillas del lago se encuentran asentadas varias comunidades: Araque, Cusín Pamba, Imbaburita, , Gualaví, Cachaloma, (San Pablo); Pucará, Chuchuquí, Puerto Alegre, Pucará de Desaguadero (Eugenio Espejo); Huaycopungo, Cachiviro, Tocagón, , Cachimuel, San Miguel (San Rafael); Pijal, Caluquí, Mariscal Sucre, Inti Huaycopungo (González Suarez); Camuendo, La Compañía (El Jordán), ; mismas que desarrollan varias actividades en él ya sea como: desaguadero, depósito de desechos y aguas servidas, pesca, aseo personal, lavado de ropa, así como también actividades turísticas – hoteleras.

La emisión directa de desechos sólidos y aguas residuales con un contenido alto de nutrientes y otras sustancias, aportan al proceso de eutrofización que sufre el lago hoy en día. Todo esto se origina por la generación y el manejo inadecuado de las aguas domésticas, la agricultura intensiva, agroindustria basada en el uso de pesticidas, al igual que la crianza de ganado. Esto representa una importante fuente no solo de nutrientes sino también de gérmenes, ya que estas actividades se desarrollan directamente en las orillas del lago (CARRERA, 2002; CARRERA & GUNKEL, 2003).

## **4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LAGO SAN PABLO**

La caracterización del humedal, busca establecer la compatibilidad entre los planes y tendencias del desarrollo, las potencialidades y restricciones que allí impone el marco natural. Se trata, en consecuencia, de generar y procesar información espacial, destinada a servir de insumo para la formulación y aplicación de instrumentos de manejo territorial considerando tanto aspectos: ecológicos, sociales-culturales y económico-productivos, que permitan anticipar los actuales procesos de intensificación de carga antrópica sobre el lago y de esta manera encaminar cada una de las futuras acciones en pro de la conservación.

### **4.1.1. Caracterización Biofísica**

En esta fase de caracterización biofísica, se analizan los componentes del medio natural del humedal. Incluyen las características físicas, como el clima, el agua, el suelo; así como sus recursos bióticos: la vegetación y la fauna.

#### **4.2.1.1. Clima**

El Clima, es el comportamiento histórico (tomando como referencia al menos los datos meteorológicos de 30 años) de las condiciones de temperatura y precipitación (lluvias) en un determinado sector.

Las condiciones orográficas de la provincia hacen que posea una gran diversidad climática y ecosistémica, que constituyen la base del desarrollo productivo y turístico de Imbabura (PDOT IMBABURA, 2012).

Para el análisis de los parámetros de Clima del Lago San Pablo se ha considerado los datos de la estación meteorológica de San Pablo (M110) que es la más cercana al lago, cuyo código, coordenadas de ubicación (WGS 84) y parámetros de precipitación y temperatura, humedad relativa y evaporación se presentan a continuación:

**Tabla 4.1:** Estación Meteorológica San Pablo del Lago- INAMHI

CODIGO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	TIPO	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTITUD msnm	INSTITUCIÓN	FECHA	
							DESDE	HASTA
M110	SAN PABLO DEL LAGO	PV	812323,9	10023730	2700	INAMHI	20/06/1965	Actualidad

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI  
Elaborado: GPI, Sub Dirección de Gestión Ambiental 2011, Terán - Cuamacás

**Tabla 4.2:** Datos de la Estación Meteorológica San Pablo M110- Anuario INAMHI (2000 – 2004)

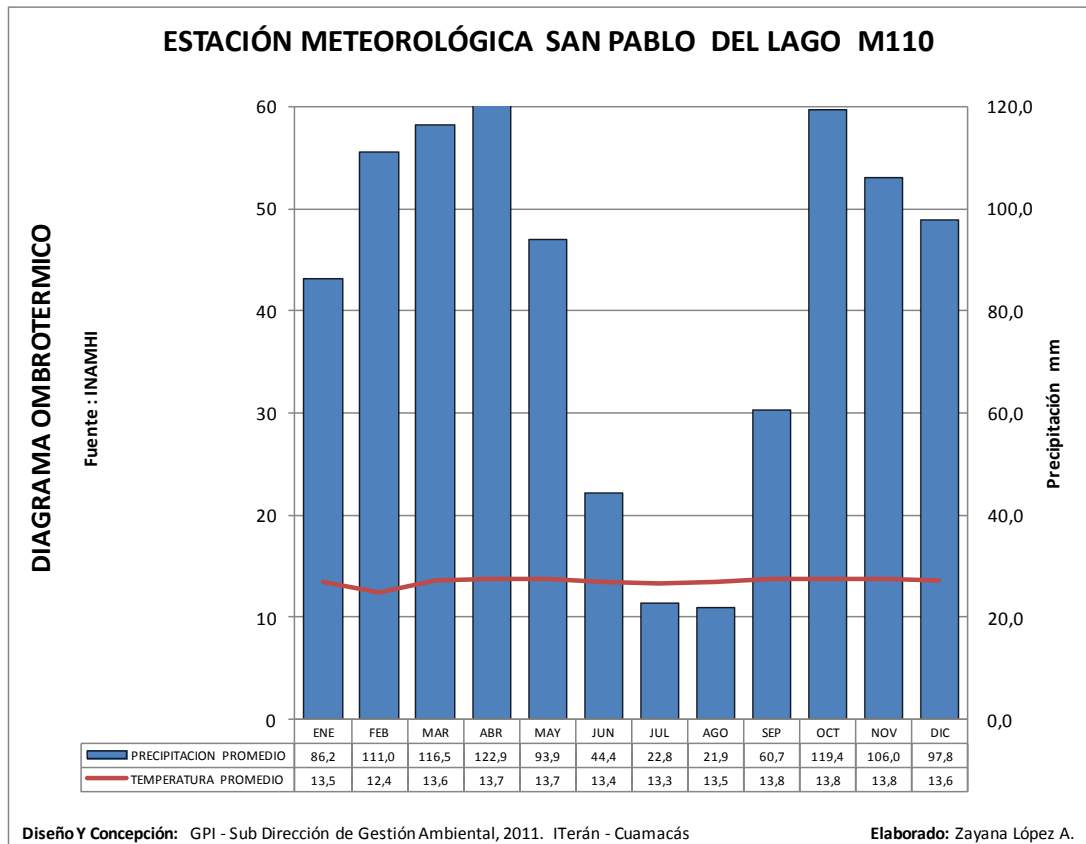
ESTACIÓN METEOROLÓGICA M110 SAN PABLO DEL LAGO - INAMHI													
PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL O MEDIA
Precipitación (mm)	86,2	111,0	116,5	122,9	93,9	44,4	22,8	21,9	60,7	119,4	106,0	97,8	1003,4
Temperatura media (°C)	13,5	12,4	13,6	13,7	13,7	13,4	13,3	13,5	13,8	13,8	13,8	13,6	13,6
Humedad Relativa (%)	84,4	84,8	84,9	85,7	85,1	81,9	78,7	78,1	80,2	83,9	84,5	84,1	83,0
Evaporación (mm)	107,9	91,2	94,9	80,0	89,3	104,5	159,0	175,4	146,7	113,4	84,8	101,7	1348,8
Evapotranspiración (mm)	91,7	77,5	80,7	68	75,9	88,8	135,2	149,1	124,7	96,4	72,1	86,4	1146,5

Fuente: Bejarano (1999); Vega (2005); COADE (2007); INAMHI (2005); Anuarios del INAMHI (2000 - 2004)  
Elaboración: Castillo, Consultor PDOT Otavalo  
Edición: Zayana López

### Diagrama Ombrotérmico

Con la finalidad de visualizar la distribución de la temperatura y la precipitación de este sector se estructuró el Diagrama Ombrotérmico con los datos de la estación Meteorológica de San Pablo, tomando como base el promedio de las medias mensuales en un periodo de 6 décadas (2000-2004). Los Diagramas ombrotérmicos son importantes para la planificación de los calendarios agrícolas, así como para la determinación de los tipos de cultivos que se pueden dar en las diferentes zonas de influencia de cada una de las estaciones meteorológicas

**Gráfico 4.1:** Diagrama Ombrotérmico Estación San Pablo del Lago M110



En el Gráfico 4.1, se observa que la precipitación promedio anual es de 1003,5 mm, distribuida en dos épocas de lluvias (enero a Junio y Septiembre a Diciembre), los meses secos se presentan en Julio y Agosto; la temperatura promedio anual es de 13,5 °C. El mes más lluvioso es abril con 122,9 mm de precipitación y el más seco es Agosto con 21,9 mm.

En base a los datos de la estación, con la ayuda del diagrama ombrotérmico y según la clasificación de Pourrut, la zona en estudio presenta un clima: *ecuatorial mesotérmico semi húmedo*, que se caracteriza por tener una pluviométrica anual que oscila entre 1000 y 2000mm, distribuida en dos estaciones lluviosas, las temperaturas medias se sitúan entre 10 y 20°C y la humedad relativa entre 65 y 85% (AMBIENTE, GPI, 2004).

#### 4.2.1.2. Geología y Geomorfología

San Pablo es un lago de origen glaciar, que se encuentra rodeado por los cerros: Imbabura, Cusín y Mojanda. Se ubica en las faldas del cerro Imbabura (4630 msnm) que es el remanente de un estrato volcán que aparentemente no evolucionó al estado de una caldera (SAUCER 1965, EN MINARD 1977); las comunidades indígenas le conocen a San Pablo como Imbakucha lo que significa lago del Imbabura.

El Mojanda (4261msnm) es un antiguo estrato volcán que en su gran caldera contiene una laguna denominada con su mismo nombre. El cerro Cusín (3990 msnm) se encuentra entre el Mojanda y el Imbabura, cuya caldera ha sido fuertemente modificada por los glaciares del Pleistoceno.

La hipótesis más probable es considerar al lago San Pablo proveniente de una acción conjunta glaciar y tectónica lo que debió haberse originado a principios del cuaternario, en la época Pleistocénica; por la acción volcánica, que ha dado sus materiales para las formaciones morenáticas; y por los fósiles encontrados en las tobas volcánicas del Imbabura (HUMBOLT, 1806 EN CAMPAÑA Y NARANJO, 1989).

#### 4.2.1.3. Morfología del sistema lacustre

San Pablo es un lago eutrófico, presenta una superficie de 670 ha con una forma casi circular, con orillas de pendiente pronunciada, se asemeja a la forma de una piscina con paredes verticales. Gran parte de los aportes de agua provienen ríos y riachuelos de montaña. En base a la investigación realizada por Galárraga, 1992 en Casallas 2005; el lago presenta un largo máximo de 3560 m, al igual que un ancho máximo de 1400 m, se muestran otros parámetros morfométricos del lago San Pablo:

<b>Tabla 4.3: Parámetros Morfométricos del Lago San Pablo – Imbabura</b>	
<b>Largo Máximo</b>	3560 m
<b>Ancho Máximo</b>	1400 m
<b>Profundidad media</b>	24,6 m
<b>Profundidad máxima</b>	35,2 m
<b>Tiempo de retención</b>	3,2 años
Fuente: Galarraga 1992 en Casallas 2005	

#### 4.2.1.4. Hidrología

La principal fuente de agua del lago es el Itambi, un río de montaña, que nace en el volcán Cusín, recorre desde su origen hasta la desembocadura en el Lago San Pablo, con una longitud de 17km. El caudal del Itambi oscila entre 0,50 y 0,21 m<sup>2</sup>/s; éste nace como un torrente (3000 msnm); al inicio recorre una pendiente >70% con una longitud de 10 km y un sustrato pedregoso, en el cual no se encontró plantas y animales. Una vez que se encuentra en el valle del Itambi (2830 msnm), la pendiente disminuye, el sustrato se vuelve más heterogéneo conforme el arroyo se acerca a la desembocadura. En este sector se encontraron plantas, macro-invertebrados y en la mayoría insectos (CARRERA – GUNKEL; ECOLOGÍA DEL “RIO ITAMBI”). El lago también recibe agua de la vertiente Araque y los riachuelos San Agustín y el Pivarince. Ver Anexo 2.

Del lago sale un efluente, el río Peguche, por el sector conocido como el desaguadero el cual da origen a la cascada de Peguche, que es un salto de agua de aproximadamente 18m de altura, convirtiendo a esta cascada en uno de los atractivos turísticos más importantes de Otavalo.

En cuanto a los caudales que ingresan por el río Itambi al lago, el rango de aforos se encuentra entre 0,4 a 1,8 m<sup>3</sup>/s; mientras que en el desaguadero o salida del lago, los aforos registran caudales entre 0,39 a 5 m<sup>3</sup>/s. El caudal medio anual se estima en 1,39 m<sup>3</sup>/s, con un rendimiento específico de 12,6 lps/km<sup>2</sup>. (CEPCU 2001).

De acuerdo a CEPCU (2001), la mayor parte de las concesiones de agua son para uso doméstico, abrevadero de ganadería y en menor cuantía para riego.

El análisis de la Propuesta de Bioremediación realizada por el fiscalizador del Proyecto de Recuperación del Lago San Pablo establece que el espejo de agua del lago San Pablo en 1983 era de 483 hectáreas y en el 2009 (26 años después) el área es de alrededor de 300 hectáreas; demostrando una disminución de 183 hectáreas.

#### **4.2.1.5. Estado Trófico y Calidad de Agua del lago San Pablo**

La eutrofización es un proceso natural de los lagos, sin embargo esta condición se agudiza con las acciones antrópicas desarrolladas en él o cerca del cuerpo de agua. La principal causa de eutrofización de los lagos es la entrada excesiva de nutrientes a los cuerpos de agua, proveniente de fuentes naturales y antropogénicas (causadas por los seres humanos). Entre las fuentes naturales se encuentran fundamentalmente las precipitaciones que arrastran pesticidas y fertilizantes aplicados en el suelo por la actividad agrícola, la descomposición de materia orgánica ejecutada por las bacterias aerobias y anaerobias, la turbiedad de las aguas producida por los sedimentos, y en general, el aporte natural de nutrientes y sedimentos en los lagos. Entre las fuentes antropogénicas, se encontró que los vertidos e infiltración de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales con alto contenido de nitrógeno y fósforo son en conjunto las causas principales de eutrofización (MORETA J, 2008).

Este proceso da lugar a un crecimiento exagerado de algas y malezas acuáticas en las aguas, la coloración verde-grisácea del agua, la producción de malos olores y la disminución en las concentraciones de oxígeno disuelto, a lo que se incrementa la materia orgánica en descomposición, aumento de la sedimentación y la turbiedad de las aguas. La descomposición de la maleza remueve el oxígeno disuelto del agua haciendo difícil y a veces imposible la vida acuática; se pierde la calidad del cuerpo de agua impidiendo el uso recreativo, turístico y doméstico del mismo (MORETA J, 2008).

De acuerdo al estudio realizado por Gunter y Casallas “El Lago San Pablo (Imbakucha) ¿Un lago eutrófico?, el Lago San Pablo presenta las siguientes características:

- Alta radiación solar
- Un periodo de producción de 365 días, sin periodos de congelación.
- Temperaturas de agua moderadas (17 – 20 °C)
- Altas concentraciones de  $P_{total}$  (medio: 0,22 mg/l)



- Disponibilidad de fósforo reactivo soluble (SRP) en el epilimnion durante todo el año
- Concentraciones moderadas de  $N_{total}$  (medio: 1,05 mg/l)
- Concentraciones moderadas de  $N_{inorgánico}$
- Disponibilidad de Si durante todo el año
- Por estas características, la productividad primaria en el lago debe ser alta, lo que significa que el proceso de eutrofización en el lago es intenso.
- Los datos biológicos lo confirman: la profundidad de disco Secchi, como parámetro de la transparencia, está entre 2,5 – 4 m, un valor que indica un estado eutrófico.

Por lo que, de acuerdo a los valores de la siguiente tabla, el Lago San Pablo se encuentra en un proceso de eutrofización:

**Tabla 4.4:** Clasificación del estado trófico de los lagos (OECD, datos correspondientes a lagos estratificados de zonas templadas)

PARÁMETRO	OLIGOTRÓFICO	MESOTRÓFICO	EUTRÓFICO	DATO LAGO SAN PABLO
P total, medio ( $\mu\text{g/l}$ ) SD	8.0 4.9 – 13.3	26.7 14.4 – 49	84.4 38 - 189	215
N total, medio ( $\mu\text{g/l}$ ) SD	0.66 0.37 – 1 – 18	0.75 0.49 – 1 – 17	1.87 0.86 – 4.08	1.03
Clorofila, medio ( $\mu\text{g/l}$ ) SD	1.7 0.8 – 3.4	4.7 3.0 – 7.4	14.3 6.7 - 31	10.25
Clorofila, máxima ( $\mu\text{g/l}$ ) SD	4.2 2.6 – 7.6	16.1 8.9 – 29	42.6 16-9 – 107	32.8
Disco Secchi, medio (m) SD	9.9 5.9 – 16.5	4.2 2.4 – 7.4	2.45 1.5 – 4.0	3.2
<b>Fuente:</b> Casallas 2005				

## **Calidad de Agua**

La falta de un sistema de evacuación y tratamiento de las aguas residuales en la zona, contamina la cuenca del Lago San Pablo, según cifras proporcionadas en el Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Imbakucha, realizado por CEPCU, se estima que anualmente ingresan al lago 33 toneladas de fósforo, que provienen principalmente de procesos erosivos por actividades agrícolas (67%), del vertido de aguas servidas, sin ningún tratamiento (13%) y de otras actividades (20%) como lavado de ropa y pastoreo de ganado en las orillas del lago. Esta situación produce un estado de envejecimiento prematuro del Lago San Pablo (eutrofización), precisamente por el vertimiento de las aguas residuales sin tratamiento alguno.

A pesar de que en el Art. 17 del Código de Salud se establece que “...nadie podrá descargar directa o indirectamente, sustancias nocivas o indeseables en forma tal, que puedan contaminar o afectar la calidad sanitaria del agua...” la contaminación de las aguas por coliformes fecales es alarmante. Según datos proporcionados por CEPCU, la presencia de coniformes afecta la zona de Wampu Allpa (donde se sitúa el cultivo de la totora), debido al vertido de desechos líquidos, e inclusive sólidos sin ningún tratamiento, provenientes de los centros poblados de San Pablo y González Suárez, que ingresan por el río Itambi (principal afluente del lago); así como de Comunidades cercanas al lago, como Huaycopungu, San Miguel Bajo. En la zona del Desaguadero, hay aportes importantes de Pucará de Velásquez y la cabecera parroquial de Eugenio Espejo.

Tanto en el río Itambi (principal afluente del lago), como en el Desaguadero (salida del lago) se han reportado  $10 \cdot 10^6$  NMP/100 ml de coliformes fecales. De acuerdo a los valores permisibles en el Reglamento de prevención de la contaminación ambiental en lo relativo al recurso agua; establece rangos de 1.000 a 4.000 NMP/100 ml para coliformes totales, para uso recreativo, según sea contacto primario o secundario, y 200 NPM/100 ml para coliformes fecales por contacto primario; con lo que se puede concluir que las aguas localizadas alrededor del lago, son de alto riesgo para la salud humana (GALARRAGA, PROYECTO DE RECUPERACIÓN DEL LAGO SAN PABLO).

En el año 2009 se inició con la ejecución del proyecto “Recuperación del Lago San Pablo a través del Alcantarillado Sanitario y el Tratamiento de Aguas Servidas de las Poblaciones Aledañas” con la construcción de 11 plantas de tratamiento, con el apoyo del Ministerio del Ambiente. Son 36 comunidades y 4 cabeceras parroquiales las beneficiadas. La primera fase de este proyecto ambiental inició en el año 1998 con la conformación de un equipo multidisciplinario para la elaboración del denominado “Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Imbakucha” en el que trabajaron técnicos del Centro de Estudios Pluriculturales – CEPCU y Voluntarios del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, con el apoyo de un limnólogo (especialista que estudia el envejecimiento de los lagos). Con esta base, en el 2006, la municipalidad delineó el proyecto macro y definitivo para la recuperación del lago, a través de los estudios realizados por la Organización Internacional para las Migraciones (OIM).

Los sistemas están compuestos por separadores de caudales, tanques sedimentadores, filtros anaerobios y los tanques de tratamiento a base de totora. Allí se descontaminarán 71,6 litros por segundo de aguas servidas en un 90 por ciento, para luego descargarlas al lago San Pablo. Con ello, se prevé erradicar una de las principales causas de contaminación del sistema lacustre (NOTICIAS MUNICIPIO OTAVALO 2012).

La obra ejecutada por la constructora Coandes con un monto de 4'587.988 dólares, de los cuales el 60% es aporte del Ministerio del Ambiente y el 40% es asignación del Gobierno Municipal de Otavalo (NOTICIAS MUNICIPIO OTAVALO 2012), ha finalizado y por ello, el 21 de marzo se realizó la inauguración de la obra de construcción de 14 plantas de tratamiento, mismas que se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 4.5:** Ubicación y Cobertura de servicio de las 14 Plantas de Tratamiento para la recuperación del Lago San Pablo

PLANTA	UBICACIÓN	REFERENCIA	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTITUD	COBERTURA POR SECTORES	POBLACIÓN SERVIDA	POBLACIÓN PROYECTADA 2020	CAUDAL DISEÑO (l/s)
1	GOLZALES SUAREZ	Canal San Agustín	811190	10020633	2678	González Suárez 100%, La Mariscal 80%, Gualacata 80%, Caluquí 30%, Pijal Bajo 60%	3,403	4,457	9,83
2	INTIHUAYCOPUNGO	Río Itambi	810724	10021277	2666	Intihuaycopungo 100%	160	209	0,47
3	HUAYCOPUNGO SUR	Vía Puerto Lago	810263	10021211	2664	Huaycopungo sur 40% + Tocagón 50%	1,236	1,555	2,72
4	HUAYCOPUNGO NORTE	Junto al sistema existente	809708	10021451	2665	Huaycopungo norte 60%	680	979	1,97
5	SAN RAFAEL	Estadio de Cachiviro	809170	10021784	2664	San Rafael 55%, Cachiviro 60%, Cachimuel 20%, Tocagón 30%	1,749	2,368	5,06
6	SAN MIGUEL BAJO	Planta existente	807864	10021989	2663	San Rafael 45%, Cuatro Esquinas 100%, San Miguel Bajo 100%, Mushuckñan 50%, Cachimuel 20%, San Miguel Alto 50%	1,692	2,327	3,73
7	CUARABURO	Bosque de eucaliptos	807429	10022498	2663	Cuaraburo 50%	294	347	0,93
8	EUGENIO ESPEJO	Puerto Alegre	807346	10022920	2664	Eugenio Espejo 100%, Censo Copacabana 100%, Puerto Alegre 90%, Chuchuquí 80%.	3,015	5,039	8,27
9	PIVARINCI - PUCARA DE VELASQUEZ Y PUCARA BAJO	Desaguadero	807650	10025860	2663	Pivarinsig 100%, Pucará de Velásquez 100%, Pucará Bajo 100%	2,377	3,868	6,39
10	LA COMPAÑÍA NORTE	Desaguadero (Molino)	807816	10025638	2661	Compañía Alta 20%, Compañía Baja 20% - Norte	824	1,232	2,27
11	LA COMPAÑÍA SUR	Cancha	808181	10024783	2662	La Compañía Alta 30%, Compañía Baja 60% - Sur	2,214	3,309	5,78
12	CAMUENDO	Cancha	809812	10023879	2664	Camuendo 60%	1,553	2,321	3,92
13	ARAQUE	Puerto Lago	811288	10022327	2665	Abatag 100%, Araque 100% + Unión	2,108	3,501	6,92
14	SAN PABLO	Río Itambi	811526	10021255	2669	San Pablo 100%, Cusimpamba 80%	4,827	8,016	13,34
<b>TOTALES</b>							<b>26,132</b>	<b>39,527</b>	<b>71,62</b>

Fuente: Consultor - Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Otavalo

Compilación: Zayana López A

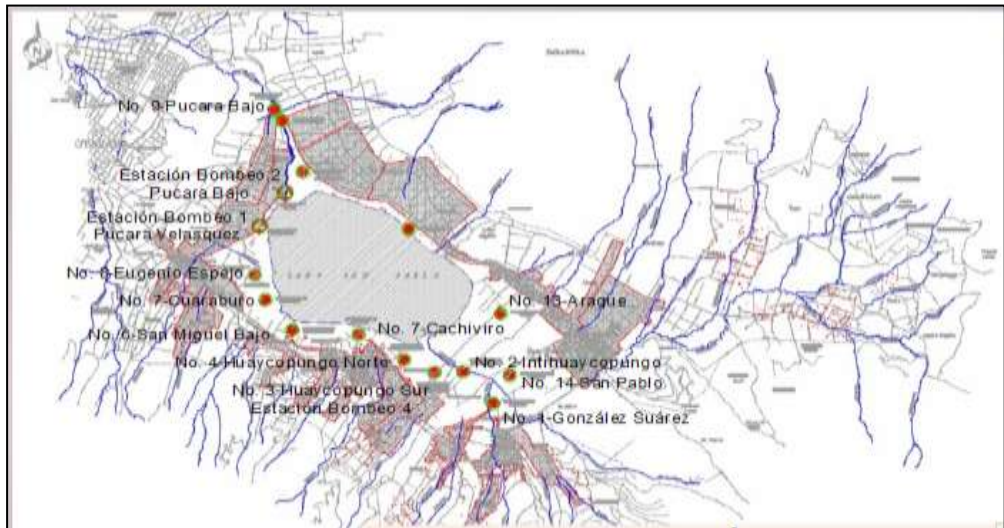
Con esta obra se espera evitar la descarga directa de las aguas servidas al lago San Pablo y así mejorar la calidad del agua y contribuir a reducir el acelerado proceso de eutrofización que tiene el lago.

**Foto 4.1:** Plantas de tratamiento de aguas residuales en el Lago San Pablo



Fuente: Municipio de Otavalo 2012

**Mapa N° 4.3:** Ubicación de las Plantas de Tratamiento en el Lago San Pablo



Ubicación Plantas de Tratamiento Lago San Pablo Fuente: Municipio de Otavalo 2012

#### 4.2.1.6. Tipo y Uso del Suelo

El lago se encuentra situado en la zona baja del río Itambi (valle), que corresponde a una unidad fisiográfica de los depósitos lacustres. Los suelos de la cuenca del lago y sus alrededores son fundamentalmente de origen volcánico, y son predominantemente limoso, arenoso o arenoso-limoso (ORSTOM – PRONAREG, 1983<sup>a</sup>; ORSTOM – PRONAREG, 1983b), (GALARRAGA et al, 1992).

De acuerdo al Plan de Manejo de la Cuenca del Imbakucha en el 2001 por CEPCU: unas 7634 ha de suelo (51%) están clasificadas como pertenecientes al orden Inceptisol, caracterizado por suelo limosos (< 30% arcilla), poco ácidos, derivados de ceniza, con una saturación de cationes superior al 50% y ninguna capa dura en el primer metro.

Otras 7234 ha (49%) se encuentran pertenecientes al orden Molisol, de textura arenosa con cangagua a menos de 1 metro de profundidad. Esta variabilidad de profundidad, establece que un 50% de la superficie de la cuenca, tiene una profundidad de 100 cm, mientras que un 25% entre 50 a 100 cm y otro 25% tiene una profundidad menor a 50 cm.

La variación de la profundidad tiene relación con las pendientes que caracterizan el terreno; así se tiene que el 42% del territorio registra una topografía agreste con una pendiente mayor al 50%; el 38% de la cuenca, tiene una pendiente que varía entre 12 al 50% y solamente un 20% una pendiente entre 0 al 12%

El 35% de la cuenca tienen un riesgo de erosión alto y otro 33% un riesgo muy alto; es decir en condiciones sin cobertura vegetal, alrededor del 68% (10045,8 ha) tienen buenas posibilidades de erosionarse; en el caso de la Microcuenca del Itambi, el 66% de su superficie tienen un alto riesgo de erosionarse, mientras que el 25% de su área, tiene un riesgo moderado y un 9% de ligero a muy ligero.

Existen 1181 ha (8% de la cuenca), susceptibles a inundación por efectos torrenciales, que podrían afectar a una población estimada de 10000 habitantes.

La potencialidad de estos suelos, es disponer 3062 ha ubicadas entre pendientes del 0,5 al 25% aptas para ser regadas, siempre que se disponga del caudal necesario y un mercado que asimile a buen precio la producción agrícola no tradicional, para cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema.

### **Uso del suelo**

El uso de insecticidas y pesticidas para el cultivo sobre todo de la frutilla, la erosión del suelo por la deforestación al igual que por la introducción de especies exóticas y las actividades de pastoreo en las riberas. Todos estos factores hacen que el lago sufra una fuerte presión en su recurso suelo y agua.

Por ejemplo, en las orillas del lago que baña la parroquia Eugenio Espejo se crían vacas, ovejas y chanchos que pastan libremente en los totorales. Sus desechos caen en el agua que utilizan los habitantes para lavar la ropa o se empozan en las pequeñas charcas donde se bañan los niños.

#### **4.2.1.7. Zonas de vida y Formaciones Vegetales**

De la información cartográfica existente en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Otavalo, el Lago San Pablo presenta una precipitación de 1003,5 mm y una temperatura promedio de 13,5°C, por lo que, la zona de vida en la que se encuentra el lago según la clasificación Holdrige es: **bosque húmedo Montano Bajo (bhMB)**; esta zona de vida es característica del callejón interandino, se encuentra sobre los 2000 msnm, el promedio de la precipitación anual oscila entre 1000 y 2000 mm y se registra una temperatura media anual entre 12 – 18°C. Se encuentran muy pocos relictos de vegetación natural y los suelos mayormente están destinados a la agricultura en pequeñas parcelas (maíz, frutilla). Las especies de flora representativas en el área circundante del lago son: aliso, surales (*Chusquea scandens*), chilca (*Baccharis polyantha*), lechero (*Euphorbia latazii*). Las poblaciones aledañas que se encuentran en esta zona de vida son: Eugenio Espejo, San Pablo del Lago, San Rafael y González Suarez

De acuerdo a la clasificación de Sierra el lago San Pablo presenta una formación vegetal correspondiente a **Herbazal lacustre montano**, es decir que se encuentran

sobre los 2.100 m de altitud. Con una flora característica abundante en *Cyperaceae* y otras plantas acuáticas. Ejemplos de esta vegetación se encuentran en las lagunas de El Voladero, Colta, Yahuarcocha y San Pablo. La mayoría de especies es ampliamente distribuida entre las lagunas andinas del norte y sur.

#### **4.2.1.8. Biodiversidad**

Por sus características físicas y biológicas, los humedales constituyen albergues de gran diversidad biológica, a continuación se detalla información sobre: flora, fitoplancton, zooplancton e ictiofauna.

#### **Caracterización referencial de la vegetación presente en las riveras lago San Pablo.**

El hábitat ripario o de ribera, constituye un elemento estratégico para el equilibrio ecosistémico del lago. En las zona de ribera (orillas) se produce la interacción de múltiples especies de flora, fauna, zooplancton, fitoplancton y demás microorganismos que dan lugar al mantenimiento de una alta biodiversidad; así como también, proveen refugio y alimento para la vida silvestre especialmente la avifauna acuática de humedales, y contribuyen enormemente en el amortiguamiento de los efectos producto de las acciones antrópicas que se desarrollan en el área de influencia directa e indirecta del lago (Ver Anexo 3).

Tomando en cuenta el orden ascendente de la zonificación ecológica, en la Tabla 4.6 se presenta la caracterización referencial de la vegetación presente en las riveras del Lago San Pablo:





**Tabla 4.6:** Caracterización referencial de la vegetación en las zonas del lago San Pablo

CARACTERIZACIÓN REFERENCIAL DE LA VEGETACIÓN EN LAS ZONAS DEL LAGO SAN PABLO - IMBABURA								
N°	NOMBRE ZONA	COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)	CARACTERIZACIÓN				
				FAMILIA	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	%	DESCRIPCIÓN REFERENCIAL
1	Muelle Chicapan	8075538	10023696	CIPERACEAE	<i>Scirpus sp.</i>	Itsi	60%	Presencia de una mancha representativa de lenteja de agua ( <i>Lemma polyrrhiza</i> ) que cubre una zona importante del espejo de agua.
				CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	35%	
				POACEAE	<i>Chusquea sp.</i>	Suro	5%	
2	Pucará de Desaguadero	807647	10024092	CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	80%	En la zona, se localizan pequeñas manchas de lenteja de agua que sirven de alimento para algunas especies de avifauna acuática como: ( <i>Fulica ardesiaca</i> ). Las manchas de totora son el dormitorio de las garzas ( <i>Bubulcus ibis</i> ). En la zona de pantano se puede observar aves del género <i>Anas</i> .
				ASTERACEAE	<i>Bidens andicola (Kunt)</i>	Flor amarilla	2%	
				PONTEDERIACEAE	<i>Eichhornia crassipes</i>	Jacinto de agua	5%	
				POACEAE	<i>Chusquea sp.</i>	Suro	4%	
				CIPERACEAE	<i>Scirpus sp</i>	Itsi	5%	
				PLANTAGINACEAE	<i>Plantago australis Lam</i>	Llantén de agua	2%	
POACEAE	<i>Paspalum bonlandianum</i>	Hierba de perro	2%					
3	Desaguadero - La Compañía	808228	10024361	ASTERACEAE	<i>Bidens andicola (Kunt)</i>	Flor amarilla	1%	Esta zona presenta escasa vegetación; sin embargo, la planta predominante es la totora y formando parte de la composición florística se encuentran otras plantas herbáceas hidrofílicas como flor amarilla, llantén y hierba de perro.
				PONTEDERIACEAE	<i>Eichhornia crassipes</i>	Jacinto de agua	7%	
				CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	90%	
				PLANTAGINACEAE	<i>Plantago australis Lam</i>	Llantén de agua	1%	
				POACEAE	<i>Paspalum bonlandianum</i>	Hierba de perro	1%	
4	La Compañía	808441	10024396	CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	30%	Zona con asentamientos humanos y sujeta a presión antrópica, ya que realizan actividades como: Lavado de ropa, pastoreo de ganado, balneario, en conjunto generan una carga de residuos sólidos y líquidos que son vertidos directamente al lago. Razón por la cual, la presencia de vegetación es mínima
				CIPERACEAE	<i>Scirpus sp</i>	Itsi	20%	
5	La Compañía - Camuendo	809196	10024139	PONTEDERIACEAE	<i>Eichhornia crassipes</i>	Jacinto de agua	3%	Es una zona muy intervenida, sus orillas son firmes (sin humedal), con mínima vegetación hidrofílica, y vegetación acuática ( <i>Lemma polyrrhiza</i> ). Sujeta en forma permanente al dragado y limpieza de los totorales por parte del Club Náutico. Cerca a la orilla, se observa la presencia de kicuyo ( <i>Penisetum clandestinum</i> ), árboles de eucalipto, ciprés y aliso que forman parte del cercado de los predios que están muy cerca del lago. Cada fin de semana existe gran concurrencia de turistas al sector del lago denominado "La Playita".




6	Intyllan	809941	10023577	CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	10%	Zona intervenida con casas residenciales; por lo que, la vegetación es muy escasa, apenas se puede observar pequeñas manchas de totora. La principal actividad antrópica es la pesca deportiva (alobina negra).
7	Cabañas del Lago	810223	10023348	CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	5%	En esta zona, apenas se puede observar pequeñas manchas de totora y jacinto de agua; por cuanto, junto a la orilla existe la presencia de infraestructura hotelera (no realizan tratamiento de aguas servidas - envían directamente al lago).
				PONTEDERIACEAE	<i>Eichhornia crassipes</i>	Jacinto de agua	5%	
8	Muelle Araque	810463	10023190	CIPERACEAE	<i>Scirpus sp</i>	Itsi	60%	Formando parte del humedal, se tiene una importante mancha de itsi manejada en parcelas de 300m aproximadamente, que sirve como alimento para el ganado, presente en las orillas del lago. Se suma manchas representativas de Suro, totora. Además, se observa algunas especies de plantas herbáceas. En algunas partes de la orilla se observa terrenos casi firmes, por lo que, a 50 metros afuera del espejo de agua existen asentamientos humanos y
				CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	10%	
				POACEAE	<i>Chusquea sp.</i>	Suro	10%	
				POACEAE	<i>Paspalum bonlandianum Flügge</i>	Hierba de perro	1%	
				PLANTAGINACEAE	<i>Plantago australis Lam</i>	Llantén de agua	1%	
				POLYGALACEAE	<i>Monnina crassifolia Kunth</i>	Iguilan	1%	
9	San Pablo del Quinde	810840	10022815	CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	65%	En esta zona se encuentra el canal de la vertiente el Quinde. La vegetación se conforma mayormente por importantes manchas de: totora, Suro, jacinto de agua y algunas plantas herbáceas hidrofílicas. La particularidad para la zona, se relaciona con el manejo de la totora por parte de los totoreros de la empresa (Totora SISA), quienes han hecho de esta planta el insumo principal para la elaboración de artesanías de muy buena calidad que representa importantes ingresos económicos para varias familias de la zona.
				TIPHACEAE	<i>Typha latifolia</i>	Totora	20%	
				PONTEDERIACEAE	<i>Eichhornia crassipes</i>	Jacinto de agua	4%	
				POACEAE	<i>Chusquea sp.</i>	Suro	10%	
				BRASSICACEAE	<i>Rorippa cf. Clandestina</i>		1%	

10	Itambi - Guaycopungo	810011	10021899	CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	80%	<p>Zona con vegetación predominante de totora y Suro. Aquí se encuentra el principal afluente del lago (Rio Itambi), que a su vez transporta gran cantidad de residuos sólidos contaminantes y dañinos para el lago. En la zona de influencia directa se localizan zonas altamente pobladas que aportan cantidad de residuos líquidos domésticos. Cerca al rio Itambi se puede observar plantas de: eucalipto, ciprés, sauce y aliso.</p> <p>A la altura de la comunidad Guaycopungo, se observa las parcelas de cultivos de maíz con cercas vivas de lechero, aliso y sauce. Además, es común observar gran número de cultivos de frutillas mismos que demandan la aplicación de dosis elevadas de químicos tóxicos.</p> <p>A la altura de la comunidad de San Rafael, se encuentran las plantas de tratamiento de aguas servidas.</p>
				POACEAE	<i>Chusquea sp.</i>	Suro	20%	
11	San Miguel Bajo - Puerto Lago	808218	10022125	CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	20%	<p>En esta zona, apenas existe pequeñas manchas de totora, ya que la mayor parte está ocupada con infraestructura turística (Hostería Puerto Lago).</p> <p>En el área de influencia directa se observan cultivos de frutilla, así como también las plantas de tratamiento de aguas servidas.</p>
12	Puerto Alegre - Pibarinci	807771	10022415	CIPERACEAE	<i>Scirpus sp</i>	Itsi	60%	<p>En la zona, formando parte del humedal se encuentran manchas importantes de suro, totora; en contraste, se observa también extensas áreas de pastizales que le han ganado espacio al espejo de agua. Además, existe una porción representativa de la zona dedicada al manejo de itsi para alimento</p>
				CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	40%	
13	Dormidero Bubulcus	807647	10022959	CIPERACEAE	<i>Scirpus sp.</i>	Itsi	60%	<p>La vegetación de la zona, está representada por importantes manchas de: Itsi, totora, suro. La gran cantidad de itsi está vinculada al pastoreo de ganado como una actividad común en la mayor parte de las orillas del lago. Hasta la fecha, no ha sido posible erradicar la crianza de ganado junto al lago, a pesar de que se conoce claramente los efectos negativos que suman al proceso de</p>
				CIPERACEAE	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	30%	
				POACEAE	<i>Chusquea sp.</i>	Suro	10%	
Muestreo referencial realizado en junio del 2012								<b>Elaboración :</b> Zayana López, Dora Cuai

**Breve descripción de la flora representativa de las riberas del lago San Pablo**

<p><b>Foto 4.2:</b> <i>Schoenoplectus californicus</i></p> 	<p><b>FAMILIA:</b> CYPERACEAE  <b>Nombre Común:</b> Totora  <b>Nombre científico:</b> <i>Schoenoplectus californicus</i>  <b>Habito:</b> Planta herbácea, alta, amacollada y perenne  <b>Características:</b> Conforman una población densa, hojas alargadas, talos triangulares e inflorescencia terminal color café pardo.  <b>Hábitat:</b> Son plantas propias de los diversos tipos de humedales, sobre todo cuando el sustrato se constituye de lodos ricos en materia orgánica, proveniente de los acarrees fluviales o de la frecuentación del ganado.  <b>Función ecológica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite el aumento de riqueza y abundancia de aves acuáticas en función de claros y zonas de aguas abiertas.</li> <li>• Brinda disponibilidad de alimento y material para nidificación.</li> </ul> <p>La facilidad de su aparición hace que se las considere malas hierbas.</p> <p><b>Usos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliamente utilizada para la elaboración de artesanías</li> </ul>
<p><b>Foto 4.3:</b> <i>Typha latifolia</i></p> 	<p><b>Nombre Común:</b> Totora  <b>Nombre científico:</b> <i>Typha latifolia</i>  <b>Distribución:</b> Oriunda del hemisferio norte y hoy distribuida en buena parte del mundo.  <b>Habito:</b> Planta herbácea, alta, amacollada, rizomatosa y perenne.  <b>Características:</b> Hojas alargadas, una vez secas se extiende un rizoma corto que va dando lugar a nuevas macollas de hojas.  <b>Función ecológica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En su interior se alojan numerosos insectos.</li> <li>• Proporciona cobijo a batracios y avifauna acuática.</li> <li>• Las aves emplean los restos de la inflorescencia para tapizar sus nidos.</li> </ul> <p><b>Usos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización artesanal, mediante el empleo de hojas secas preparadas.</li> <li>• Las flores secas se pueden usar para fines decorativos en arreglos florales.</li> </ul>

<p><b>Foto 4.4:</b> <i>Eichhornia crassipes</i></p> 	<p><b>FAMILIA:</b> PONTEDERIACEAE  <b>Nombre Común:</b> Jacinto de Agua  <b>Nombre científico:</b> <i>Eichhornia crassipes</i>  <b>Distribución:</b> Debido a la exportación desde América del Sur hacia estanques y láminas acuáticas de clima templado y cálido, hoy se encuentran por todo el mundo.  <b>Habito:</b> Planta flotante de raíces sumergidas, de forma arosetada.  <b>Características:</b> Presenta raíces negras con extremidades blancas cuando jóvenes, negro violáceas cuando adultas. Carece de tallo aparente. Las hojas sumergidas son lineares, y las emergidas, entre obovadas y redondeadas, provistas de pequeñas hinchazones que facilitan la flotación.  <b>Función ecológica:</b>  Ofrece un excelente refugio para peces, protegiéndolos del excesivo sol y de las heladas extremas. Las raíces facilitan el desove de otros animales acuáticos que enriquecen el lago.  <b>Usos:</b> Por su particular forma y color de floración, sirven para adornar los espejos de agua; sin embargo, su crecimiento masivo hace que sean consideradas malas hierbas.</p>
<p><b>BREVE DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE ESPECIES QUE SE ENCUENTRAN FORMANDO PARTE DE LOS TOTORALES.</b></p>	
<p><b>Foto 4.5:</b> <i>Bidens andicola</i></p> 	<p><b>FAMILIA:</b> ASTERACEAE  <b>Nombre Común:</b> Flor amarilla  <b>Nombre científico:</b> <i>Bidens andicola</i> (Kunt)  <b>Hábito:</b> Hierbas hidrofílicas, de 70 a 100cm de alto.  <b>Hábitat:</b> En el Lago San Pablo, forman parte de la composición florística dominada por totora, mayormente presente en zonas de humedal.  <b>Hojas:</b> Color verde claro por el haz y verde blanquecino por el envés.  <b>Flores:</b> De color amarillo muy llamativo que sobresalen en las manchas de totorales.</p>

<p><b>Foto 4.6:</b></p> 	<p><b>FAMILIA:</b> ASTERACEAE  <b>Nombre científico:</b> <i>Ageratina cf. Prinellifolia</i>  <b>Hábito:</b> Hierbas terrestre, de 60 a 80cm de alto.  <b>Hábitat:</b> En el Lago San Pablo, forman parte de la composición florística dominada por totoras, presente en zonas firmes y de humedal, en convivencia con otras especies hidrofílicas, característica de áreas intervenidas.  <b>Hojas:</b> Color verde claro  <b>Flores:</b> De color blanco llamativo que sobresalen en las manchas de totorales.</p>
<p><b>Foto 4.7:</b></p> 	<p><b>FAMILIA:</b> PLANTAGINACEAE  <b>Nombre Común:</b> Llantén de agua  <b>Nombre científico:</b> <i>Plantago australis</i> Lam  <b>Hábito:</b> Hierba hidrofílica, que mide hasta 50cm de alto.  <b>Hábitat:</b> En el Lago San Pablo, forman parte de la composición florística dominada por totoras, presente en zonas firmes y de humedal, en convivencia con otras especies hidrofílicas, característica de áreas intervenidas.  <b>Hojas:</b> Están dispuestas en una roseta desde la base, miden hasta 40 cm de largo, son lanceoladas, de color verde con tintes morados.  <b>Flores:</b> inflorescencia que mide hasta 40 cm, con numerosas flores de color verdoso poco vistosas.</p>
<p><b>Foto 4.8:</b> <i>Paspalum bonlandianum</i></p> 	<p><b>FAMILIA:</b> POACEAE  <b>Nombre Común:</b> Hierba de perro  <b>Nombre científico:</b> <i>Paspalum bonlandianum</i> Flüggé  <b>Hábito:</b> Hierbas en macollas terrestres, mide hasta 40cm de alto, de color verde azulado y densamente cubiertas de pelos blancos.  <b>Hábitat:</b> En el Lago San Pablo, forman parte de la composición florística dominada por totoras, presente en zonas firmes y de humedal, en convivencia con otras especies hidrofílicas, característica de áreas intervenidas.  <b>Hojas:</b> Son lanceoladas, con una vaina en la base, de color verde blanquecino.  <b>Flores:</b> Las inflorescencias crecen sobre tallos rojizos, son racimos compuestos, las flores son muy reducidas, de color verde amarillento.</p>

<p><b>Foto 4.9:</b></p> 	<p><b>FAMILIA: ROSACEAE</b>  <b>Nombre científico:</b> <i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb  <b>Hábito:</b> Hierba terrestre, mide hasta 20 cm.  <b>Hábitat:</b> En el Lago San Pablo-zona 9, forma parte de la composición florística dominada por totoras.  <b>Hojas:</b> Están dispuestas en una roseta en la base, miden hasta 3,5 cm de largo, tienen forma orbicular-arriñonada.  <b>Flores:</b> La inflorescencia es poco llamativa, mide 3 cm de largo, son de color verde-amarillento.</p>
<p><b>Foto 4.10:</b></p> 	<p><b>FAMILIA: BRASSICACEAE</b>  <b>Nombre científico:</b> <i>Rorippa cf. clandestina</i>  <b>Hábito:</b> Hierba terrestre, mide hasta 50 cm.  <b>Hábitat:</b> En el Lago San Pablo-zona 9, forma parte de la composición florística dominada por totoras.  <b>Hojas:</b> Son pequeñas, miden hasta 3,5 cm de largo, de color verde amarillento.  <b>Flores:</b> La inflorescencia mide 0,05 cm de largo, son de color verde-amarillento.</p>
<p><b>Foto 4.11:</b></p> 	<p><b>FAMILIA: POLYGALACEAE</b>  <b>Nombre Común:</b> Iguilán  <b>Nombre científico:</b> <i>Monnina crassifolia</i> Kunth  <b>Hábito:</b> Planta arbustiva, frecuente en tierras firmes.  <b>Hábitat:</b> En el Lago San Pablo-zona 9, forma parte de la composición florística dominada por totoras.  <b>Hojas:</b> Son alternas, lanceoladas, gruesas, miden hasta 6 cm de largo.  <b>Flores:</b> La inflorescencia tiene numerosas flores, miden unos 6 mm de largo, tienen la forma de mariposa, de color azul o azul-morado.  <b>Frutos:</b> Son carnosos, con forma de elipse, miden hasta 8 mm de largo, de color negro-morado cuando están maduros.</p>
<p><b>Foto 4.12:</b></p> 	<p><b>FAMILIA: POACEAE</b>  <b>Nombre Común:</b> Suro  <b>Nombre científico:</b> <i>Chusquea sp.</i>  <b>Hábito:</b> Hierba cespitosa, alcanza los 7m de altura.  <b>Hábitat:</b> En el Lago San Pablo, se encuentra formando manchas representativas en la mayor parte de zonas.  <b>Hojas:</b> Miden entre 9 y 15 cm de largo y entre 2 y 3 cm de ancho; son simples, alternas, dispuestas en forma de hélices (helicoidales), tienen forma lanceolada, son estrechas y largas.  <b>Flores:</b> Sus flores miden 6 mm de largo y están agrupadas en inflorescencias terminales en forma de espigas de color verdoso.</p>

### Características referenciales de la Vegetación Flotante y Sub-emergente del espejo de agua del lago San Pablo.

Uno de los componentes biológicos más importantes del lago es la comunidad de macrófitos presentes en la mayor parte del espejo de agua. Los macrófitos, más allá de ser el elemento biológico visible en el lago, constituye la principal fuente de alimento para el equilibrio ecosistémico. Esta comunidad está representada por cuatro especies sumergidas, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum quitense*, *illinoensis Potamogeton* y *Potamogeton striatus* (Apéndice J). Este grupo de vegetación sumergida cubre las zonas poco profundas, desde la orilla puede abarcar una distancia de 35m hacia el espejo de agua, alcanza una profundidad de 7 metros, lo que representa casi el 4% de la superficie del lago. Otras especies, como el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y (*Azolla sp.*) sólo se encuentran en parches y su biomasa no es tan significativa como la de las especies dominantes. En la tabla siguiente se muestra la lista completa de los macrófitos encontrados durante el estudio realizado en octubre y noviembre de 1996 (GUNKEL, 2000; Kiersch et al, 2002).

**Tabla 4.7:** Vegetación flotante y sub-emergente del lago San Pablo

Nombre Científico	Nombre común	Ocurrencia
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	L. Pondweed	Emergente
<i>Schoenoplectus californicus</i>	Palla Totorá	Emergente
<i>Azolla sp.</i>	Lamarck. Fern	Flotante
<i>Lemma polyrrhiza</i>	L. duck weed	Flotante
<i>Eichhornia crassipes</i>	Mart. water hyacinth	Flotante
<i>Ceratophyllum demersum</i>	L. hornwort / coontail	Sumergidas
<i>Myriophyllum quitense</i>	Gaudich. milfoil	Sumergidas
<i>Potamogeton illinoensis</i>	Morong. pondweed	Sumergidas
<i>Potamogeton pusillus</i>	L. pondweed	Sumergidas
<i>Potamogeton striatus</i>	Ruiz & Pavon pondweed	Sumergidas
<i>Elodea matthewsii</i>	St. John pondweed	Sumergidas
<b>Fuente:</b> Estudios realizados en octubre y noviembre de 1996, citado en Gunkel, 2000; Kiersch et al, 2002; CASALLAS, 2005		



## Fitoplancton

El fitoplancton son los seres vivos de origen vegetal que viven flotando en la columna de agua, y cuya capacidad natatoria no logra nunca superar la inercia de las mareas, las olas, o las corrientes. Son organismos autótrofos capaces de realizar la fotosíntesis. Su importancia es fundamental dado que son los productores primarios más importantes y son aquellos que dan origen a la cadena trófica.

El fitoplancton presenta una gran biodiversidad, encontrándose diversas especies en función de las condiciones naturales del lugar y de la presencia o ausencia de nutrientes, episodios de eutrofización, etc.

Casallas, durante los dos años de investigación, identificó 32 especies de fitoplancton. Esto se puede considerar una diversidad de especies de nivel bajo. En la siguiente tabla se puede ver las especies registradas con los índices de presencia y abundancia de cada una de ellas:

**Tabla 4.8:** Presencia y Abundancia de Fitoplancton en el Lago San Pablo durante 1998 y 1999

ESPECIE	PRESENCIA	ABUNDANCIA
<b>Cyanophyceae</b>		
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing 1833	s	l
<b>Cryptophyceae</b>		
<i>Cryptomonas ovata</i> . Ehrenberg	f	l
<i>Cryptomonas</i> sp. Ehrenberg 1838	r	l
<i>Chroomonas acuta</i> Hansgirg 1895	r	vl
<b>Euglenophyceae</b>		
<i>Euglena</i> sp. Ehrenberg 1830	r	vl
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg 1833	f	h
<b>Chlorophyceae, Chlorococcales</b>		
<i>Scenedesmus linearis</i> Kom. 1974	p	h
<i>Ankyra judayi</i> (G.M. Smith) Fott 1957	f	l
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>boryanum</i> (Turp.) Menegh.	p	m
<i>Lagerheimia</i> sp. Chodat 1895	s	l
<i>Oocystis marssonii</i> Lemm 1898	s	l

<i>Oocystis naegelii</i> A. Br. 1855	f	l
<i>Nephrocytium schilleri</i> (Kamm.) Comas 1980	r	vl
<i>Neglectella</i> sp. Vodenicarov & Benderliev 1971	p	l
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G. M. Smith 1918	s	l
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chod 1897	r	vl
<i>Golenkinia radiata</i> Chod 1894	r	vl
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Komarkova-Legnerova 1969	r	vl
<i>Lagerheimia</i> sp. Chod 1895	r	vl
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> (Snow) Printz Sensu Skuja 1948	r	l
<i>Coelastrum microporum</i> Näg. in A. Br. 1855	r	vl
<i>C. pseudomicroporum</i>	r	vl
<b>Chlorophyceae, Volvocales</b>		
<i>Chlamydomonas</i> sp.	r	h
<b>Dynophyceae, Peridinales</b>		
<i>Peridinium</i> sp. Ehrenberg 1838	r	l
<i>Gymnodinium</i> sp. Stein 1878	r	vl
Chlorophyceae, Zygnematales		
<i>Cosmarium</i> sp. Corda Ex Ralfs 1848	r	vl
<b>Diatomeae</b>		
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen 1979	p	h
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) L-Bertalot 1980 var. ulna	r	vl
<i>Nitzschia</i> sp. Hassall 1845 nom. cons.	r	vl
<i>Cocconeis</i> sp. Ehrenberg 1838	r	vl
<i>Cymbella</i> sp. Agardh 1830	r	vl
<i>Gyrosigma</i> sp. Hassal 1843	r	vl
El índice de presencia se asignó en función del porcentaje de muestras en las que las especies fueron encontradas: r = raro (0 – 25%), s = esporádica (25 – 50%), f = frecuente (50 – 75%), p = permanente (75 -100%).		
El índice de abundancia se asignó en función del número de microorganismos de cada especie que se encontraron en los dos años de estudio, se refiere al número total de organismos: MB = muy bajo, l = bajo, M = medio, H = alto.		
<b>Fuente:</b> Casallas 2005		<b>Edición:</b> Zayana López A

## Zooplancton

El zooplancton se define como aquellos organismos que componen el plancton que son heterótrofos y no tienen capacidad autótrofa. Entre ellos se pueden encontrar organismos herbívoros, carnívoros y omnívoros. Algunos de ellos pueden estar en simbiosis con algas y otros son parásitos de otros organismos.

El fitoplancton y el zooplancton son la base de la cadena trófica, estos organismos sirven de alimento para peces, mismos que son parte fundamental de la dieta alimenticia de las aves acuáticas que se encuentran en los diferentes cuerpos de agua.

La investigación realizada por Jorge Casallas en el 2005, en cuanto a zooplancton se registró 12 especies, demostrando la baja diversidad a pesar de las condiciones del lago. A continuación se muestra una tabla con las especies registradas de zooplancton registradas en el periodo desde 1998 hasta 1999:

**Tabla 4.9:** Lista de especies de zooplancton observadas en el Lago San Pablo durante 1998 y 1999

<b>CRUSTACEA</b>			
	Cladóceras	Daphnidae	<i>Daphnia pulicaria</i>
	Copepoda	Cyclopinae	<i>Metacyclops mendocinus</i>
<b>ROTIFERA</b>			
Monogononta	Ploimida	Brachionidae	<i>Keratella tropica</i>
			<i>Keratella cochlearis</i>
			<i>Anuraeopsis fissa</i>
		Euchlanidae	<i>Euchlanis sp.</i>
			<i>Lecane luna</i>
			<i>Lecane Bulla</i>
		Trichocercidae	<i>Trichocerca similes</i>
	Synchaetidae	<i>Polyarthra vulgaris</i>	
	Asplanchnidae	<i>Asplanchna sp.</i>	
Gnesiotrocha	Testudinellidae	<i>Pompholyx complanata</i>	
Fuente: Casallas 2005		Edición: Zayana López	

## **Ictiofauna**

En el estudio realizado por Casallas y Gunkel (2001), las especies encontradas fueron identificadas como *Micropterus salmoides* y *Carassius carassius* *C. auratus*, introducidas hace ya varias décadas. Estas especies son capturadas esporádicamente y en bajo número. Los pobladores de la zona reportan la presencia en décadas pasadas de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), especie introducida en varios países andinos, la cual al parecer ha sido desplazada totalmente, ya que durante el tiempo de estudio tampoco existieron reportes sobre su presencia.

### **4.1.2. Caracterización Socio – Cultural**

#### **4.2.2.1. Población y Grupos Étnicos**

En el área directa de influencia de lago se asientan las parroquias rurales de San Pablo, Eugenio Espejo, González Suárez y San Rafael pertenecientes al Cantón Otavalo, con una población total de 16.500 habitantes, la mayoría de la población son indígenas (Kichwa Cayambi o Kichwa Otavalo) (PROPUESTA DE LOS PLANES DE ACTUALIZACIÓN DEL LAGO SAN PABLO Y ÁREAS COLINDANTES, 2011).

De acuerdo a datos generados por CEPCU en el 2001, en la cuenca del Imbakucha coexisten grupos de población pertenecientes a la nacionalidad Kichwa como mestiza. El primer grupo representa aproximadamente al 83% de la población total de la cuenca y en su mayoría es bilingüe (Kichwa – castellano) y la diferencia, es decir el 17%, corresponde a la población mestiza asentada en la zona.

Cada una de las comunidades pertenecientes a las parroquias que rodean el Lago, al igual que su número de habitantes en base a la información generada en el Censo 2010, se encuentra detallada en la Tabla 4.10 , también se puede observar a qué grupo pertenece cada comunidad ya sea Kichwa Cayambi o Kichwa Otavalo.

**Tabla 4.10:** Parroquias y Comunidades de la zona de influencia del Lago San

Pablo

PARROQUIA	SUPERFICIE Km <sup>2</sup> (2011)	POBLACIÓN Censo 2001	POBLACIÓN Censo 2010	COMUNIDADES	ETNICIDAD
SAN PABLO	64	9106	9901	Araque	KO
				Cusín Pamba	KC
				Imbaburita	KC
				Abatag	KC
				Gualaví	KC
				Cochaloma	KC
				Casco Valenzuela	KC
				El Topo	KC
				Angla	KC
				Ucsha	KC
				Loma Kunga	KC
EUGENIO ESPEJO	30	6004	7357	Censo Copacabana	KO
				Cuaraburo	KO
				Pivarinsig	KO
				Pucará Alto	KO
				Huacsara	KO
				Calpaquí	KO
				Arias Pamba	KO
				Chuchuquí	KO
				Mojandita de Avelino Dávila	KO
				Puerto Alegre	KO
				Pucará Desaguadero	KO
Pucará de Velásquez	KO				
SAN RAFAEL	18	4762	5421	Huaycopungo grande	KO
				Cachiviro	KO
				Tocagón	KO
				Cuatro Esquinas	KO
				Cachimuel	KO
				San Miguel Alto	KO
				San Miguel Bajo	KO
				Sánchez Pugro	KO
GONZÁLEZ SUÁREZ	52	5320	5630	Pijal	KC
				Gualacata	KC
				Caluquí	KC
				Mariscal Sucre	KC
				Eugenio Espejo de Cajas	KC
				San Agustín de Cajas	KC
				Inti Huaycopungo	KO
EL JORDAN				Camuendo	KO
				La Compañía	KO
En Etnicidad: KC = Kichwa Cayambi; KO = Kichwa Otavalo					
Fuente: INEC. Censo de Población y Vivienda de 2001 y 2010; GAD OTAVALO - Participación ciudadana rural 2011; MICI – CEPCU 2001; Consultoría PDOT Otavalo				Elaborado: Zayana López	

#### **4.2.2.1. Identidad Cultural**

Una característica de la población Kichwa es su relación con el medio natural, especialmente con las montañas, el agua, los árboles; respecto de quienes se conserva un cúmulo de significados que inspiraron cuentos, mitos, leyendas, ritos y fiestas alrededor de los cuales ha sido posible la cohesión, autoidentificación y la resistencia étnico cultural (CEPCU, 2001).

El lago, las vertientes de agua, y las cascadas son lugares cargados de poderes en los que los indígenas realizan baños, rituales de purificación o se concretan pactos con el dueño del sitio (en la concepción indígena todo tiene un dueño, un espíritu) para dotarse de fuerza y energía y estar preparados para los rituales y prueba de fuerza en el Inti Raymi (CEPCU, 2001).

Tradicionalmente, el lago está dentro de los mitos y leyendas de los antiguos pobladores de la región; sin embargo, hoy en día es considerado por las diferentes etnias y comunidades, desde un punto de vista práctico, de formas muy diferentes.

Para unas comunidades, el lago debe ser cuidado y mejorado mostrando preocupación por su contaminación y pérdidas de volumen y de biodiversidad; mientras que otras comunidades y etnias desearían verlo seco, para poder emplear sus tierras en la agricultura (CEPCU, 2001).

#### **4.2.2.3. Organización y Liderazgo**

En la cuenca del Imbakucha existen organizaciones sociales formales como el GAD Parroquial de San Pablo del Lago, Eugenio Espejo, González Suarez, San Rafael dirigida por el Presidente, autoridad reconocida por la comunidad, permitiéndoles actuar no solo en la gestión hacia lo externo en función de las obras requeridas, sino, incluso en casos de conflicto familiar, interfamiliar, intracomunal e intercomunal. La administración de justicia, la resolución de problemas conyugales, la mediación en los linderos y reconocimiento de las propiedades son los indicativos de la vigencia del Cabildo (CEPCU, 2001).

Las Juntas Administradoras de Agua han alcanzado una importante legitimidad como organismo formal; sus miembros son elegidos en Asambleas y cuentan, a través de la administración del agua, con un mecanismo de cohesión y convocatoria muy efectivo.

El rescate de las tradiciones ancestrales, como la minga, permiten fortalecer las organizaciones familiares y comunales.

En este sentido existen organizaciones en diferentes temas: económicas, culturales, clubes, religiosas, entre otras.

El Centro de Estudios Pluriculturales CEPCU es una de las organizaciones líderes en la zona, con una gran trayectoria y credibilidad con las comunidades, es una institución privada sin fines de lucro, con sede en la ciudad de Otavalo, Provincia de Imbabura, Ecuador. Se constituyó el 13 de enero de 1992 y obtuvo personería jurídica el 9 de diciembre de 1992. El objetivo fundamental es apoyar los procesos sociales de los pueblos indígenas, en especial del pueblo Kichwa de Imbabura. Desde 1994, CEPCU ha centrado sus esfuerzos en la recuperación de la Cuenca de Imbakucha Lago San Pablo. Entre sus principales áreas de trabajo están: investigación, desarrollo comunitario integral y capacitación

#### **4.2.2.4. Acciones Antrópicas**

Todas las acciones originadas por el ser humano, generan presión sobre los ecosistemas, generando un daño muchas veces irreversible. San Pablo presenta varias acciones que han provocado un desequilibrio ambiental en este humedal, entre las más distintivas tenemos:

- **Vivienda en las orillas:** las orillas del lago San Pablo por décadas han sido el principal asentamiento de varios pueblos indígenas, en la actualidad son 38 comunidades que viven en los alrededores del humedal, mismas que dependen directa e indirectamente del mismo, realizan varias actividades en él como: uso de agua para riego, lavado de ropa, aseo personal, aseo de mascotas, lavado de vehículos, entre otros. Siendo estas actividades las más contaminantes, mismas que aceleran el deterioro del lago.

- **Desechos:** la contaminación generada en el lago por desechos humanos es un fenómeno común a casi todos los humedales, ya que por mucho tiempo han sido considerados fuentes de descarga de todo desecho generado. En este sentido San Pablo no es la excepción, varias de las comunidades asentadas en las cercanías del lago aun no cuentan con alcantarillado y además todas las aguas servidas al igual que los desechos sólidos son enviados al lago sin un tratamiento previo. En la actualidad el GAD de Otavalo se encuentra impulsando las plantas de tratamiento, mismas que permitirán mitigar en un gran porcentaje los daños causados por estos desechos.
- **Agricultura:** el uso indiscriminado de insecticidas, pesticidas en la agricultura, cuyos residuos llegan a los lechos de las vertientes que ingresan a al lago, atenta contra el éxito reproductivo de las aves acuáticas y de las especies hidrobiológicas.
- **Ganadería:** varios de los sectores del lago son pastizales, en los cuales se puede visibilizar la presencia de: vacas, ovejas, caballos; mismos que hacen uso de las orillas del lago.
- **Extracción de colla y totora:** la extracción de totorales con fines artesanales es una actividad tradicional en la sierra, de la que dependen muchas familias para su subsistencia. Sin embargo, es una actividad que algunas veces se desarrolla de manera irracional. Lo conveniente es establecer períodos de corte, de tal manera que a la vez que el campesino obtenga la materia prima de la totora, también deje sectores de vegetación donde la fauna pueda refugiarse. Los totorales son lugares donde, preferentemente, anidan patos, zambullidores y garzas (TOTORASISA).
- **Ingreso de lanchas:** el recorrido que realizan los turistas con las lanchas es permanente y es mayor en los fines de semana, los cuales se acercan mucho a la orilla de la totora en donde se encuentran nidos y algunas especies de aves en descanso.



- **Actividades Turísticas:** las actividades turísticas desordenadas y sin la planificación adecuada, generan serios trastornos en el ambiente, principalmente por efectos de la contaminación a través del arrojado de desperdicios, entre ellos, algunos que no son biodegradables como los plásticos. En cuanto a la infraestructura hotelera del lago San Pablo, esta se encuentra a pie del lago, por lo que su construcción, funcionamiento y mantenimiento general serían impactos al lago.

En el lago existe la presencia de Hosterías instaladas en las riveras: Cabañas del Lago, Jatuncocha, Puerto Lago y Cusín con un total de 86 habitaciones y 202 plazas. Estas empresas se han instalado ahí, porque no existe ninguna normativa de uso de las riveras del Lago; pero no sólo eso, sino que al no existir una normativa que establezca parámetros para el manejo y eliminación de las excretas, estas son evacuadas directamente, sin ningún tratamiento en el Lago.

Con todos lo antes mencionado, se ratifica la necesidad de la aplicación de un Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial que defina zonas de amortiguamiento, áreas protegidas, áreas de crecimiento y expansión urbana, definición de usos de suelo y formas de ocupación permitidos, densidades, sistemas de equipamiento, sistemas comerciales, entre otros. La carencia de lo antes mencionado ha generado que la zona en referencia tenga un crecimiento urbano acelerado, irregular y desordenado, así como un proceso de conurbación, produciéndose una mayor proliferación de asentamientos precarios que ejercen su presión por servicios de agua y alcantarillado, equipamiento urbano y vialidad. A esto se suma la inexistencia de un marco normativo que proteja las fuentes de agua, que regule el uso y las formas de ocupación de la cuenca del Lago San Pablo. (Ver Anexo 4)

### **4.2.3. Caracterización económica-productiva**

#### **4.2.3.1. Agricultura**

Los habitantes que se asientan en las orillas del Lago San Pablo, que en su mayoría son indígenas, mantienen una tradición más ligada a la tierra, la agricultura constituye una de las principales actividades económicas, alrededor de la cual giran otras actividades como el comercio (CEPCU 2001).

Las poblaciones aún mantienen lo que aparentemente es una relación social espontánea, libre y basada en la generosidad, pero que en realidad se refiere a un sistema económico. El **sistema de la reciprocidad** les permite acceder a bienes y servicios sin necesidad de invertir dinero. Se intercambian bienes por bienes o bienes por servicios o servicios por servicios (CEPCU 2001).

Entre los productos básicos de la producción tenemos: maíz, fréjol, papas, cebada, habas, mellocos, ocas y quinua. Luego de la cosecha, se separa lo necesario para asegurar la alimentación de la familia para el año, los excedentes lo destinan al mercado; mientras que la cría de ganado constituye la “caja chica” que les permite atender necesidades urgentes (CEPCU 2001).

#### **4.2.3.2. Artesanías con totora**

Otra de las actividades que son realizadas por los Kichwas es la artesanía con totora, es importante señalar que el mayor representante de esta actividad es el Titora SISA, que es una empresa comunitaria creada con el fin de potencializar la producción de artesanías de totora y la comercialización justa de sus productos en beneficio directo de las comunidades involucradas, promoviendo la participación y autogestión para mejorar las condiciones de su entorno y sus relaciones socioeconómicas. Por lo que la solidaridad y reciprocidad es la esencia de Titora SISA Sociedad Civil y Comercial.

Entre las actividades más relevantes que desarrolla Titora SISA están: la producción, comercialización de artesanías, capacitación y asistencia técnica en

temas relacionados al desarrollo artesanal y turístico. Totorá SISA elabora desde llaveros, esteras, papel reciclado hasta juegos de sala y dormitorio.

#### **4.2.3.3. Turismo**

Según el Plan de Competitividad Turística del Ecuador, la cuenca del Imbakucha, forma parte del Cluster Andes Centro Norte y dentro del corredor conocido como la Avenida de los Volcanes. La visita al Lago es paso de rigor del turista colombiano europeo y norteamericano. De acuerdo a las cifras de CETUR 2.705 turistas nacionales y 3.833 turistas extranjeros, visitan anualmente el Lago San Pablo.

El Lago San Pablo cuenta con la presencia de hosterías instaladas en las riveras del Lago San Pablo. Entre ellas: Cabañas del Lago, Jatuncocha, Puerto Lago y Cusín con un total de 86 habitaciones y 202 plazas. Estas empresas ofrecen un sin número de actividades deportivas como: motos de agua, sky, boyas, velerismo (en el club náutico), paseo en lancha (desde el muelle Chicapam). Estas hosterías se han instalado ahí, generando una presión antrópica fuerte ya que al no existir una normativa que establezca parámetros para el manejo y eliminación de las excretas, estas son evacuadas directamente, sin ningún tratamiento en el Lago.

#### **4.4.3.4. Otras actividades**

Además de las actividades antes mencionadas, la población también a varias actividades fuera de la comunidad en trabajos como albañiles, peones o jornaleros de hacienda.

La población económicamente activa femenina sale de las comunidades a trabajar en las empresas floricultoras situadas en Cayambe. Al igual que en servicios domésticos en las cabeceras cantonales.

### **4.3. DINÁMICA POBLACIONAL DE LAS AVES ACUÁTICAS DEL LAGO SAN PABLO**

Imbabura posee 27 lagunas, de las cuales Yahuarcocha, San Pablo y Cuicocha forman parte del Censo Neotropical de Aves Acuáticas desde el 2004. A partir de esto, se ha logrado mostrar la importancia avifaunística de dichos humedales, razón por la cual el Gobierno Provincial de Imbabura (GPI) se sumó a este proceso y, en coordinación con Aves y Conservación y el apoyo de estudiantes de la Universidad Técnica del Norte, implementa un Plan de monitoreo mensual en Yahuarcocha (desde el 2007) y San Pablo (desde el 2010). Los objetivos son: conocer la dinámica poblacional de la avifauna acuática, describir patrones de distribución temporal y espacial de especies residentes y migratorias, identificar hábitats prioritarios y aplicar la información al manejo integral de las lagunas. Destacamos el registro de 29 especies de aves acuáticas en Yahuarcocha y 27 en San Pablo, los que incluyen especies inusuales, aves migratorias e incluso nuevos registros para el país (*Anas acuta*) (Terán, López, Lara y Santander, 2012).

Por lo que, en los siguientes ítems se presenta la descripción de la diversidad, especies migratorias, registros importantes; cuyo análisis ayuda a comprender la dinámica poblacional de las aves acuáticas del lago San Pablo

#### **4.3.1. Diversidad de la Avifauna Acuática del lago San Pablo**

Como parte del Plan de Monitoreo mensual, en el periodo correspondiente a agosto 2010 hasta junio del 2012 se han registrado 28 especies de aves acuáticas presentes en el lago San Pablo, pertenecientes a las familias: Phalacrocoracidae, Ardeidae, Podicipedidae, Anatidae, Rallidae, Charadriidae, Scolopacidae y Laridae; tanto residentes como migratorias.

Los meses de enero, febrero, marzo, septiembre y octubre constituyen los meses con más diversidad de especies (coinciden con las fechas establecidas para la presencia de especies migratorias). El mes con menor diversidad de especies es junio.

En la Tabla 4.11, se puede observar las especies registradas, clasificadas según el orden y familia taxonómica a la que pertenecen, al igual que el nombre científico, nombre en inglés y nombre en español de acuerdo a Ridgely – Greenfield en el Libro Aves del Ecuador.

Mediante un asterisco (\*), se identifican aquellas especies consideradas como registro inusual, es decir aquellas especies avistadas esporádicamente ya que usualmente no tiene como hábitat una laguna altoandina, siendo su registro de singular interés para el conocimiento de la distribución de las especies producto del cambio climático.

Con el símbolo (°) se representa las especies que constituyen un nuevo registro para el Ecuador, es decir, que han sido observadas e identificadas por primera vez en el país, contribuyendo de este modo al incremento de la biodiversidad ecuatoriana.

Además por medio de (~), se representa a una especie con registros especiales, que no ha sido avistada en el Ecuador desde 1920.

La descripción detallada de cada una de las especies se encuentra en el ítem 4.6.

**Tabla 4.11:** Lista de especies registradas en el Lago San Pablo, plan de monitoreo mensual - periodo: agosto 2010 – junio 2012

<b>ESPECIES REGISTRADAS DE AVIFAUNA ACUÁTICA DEL LAGO SAN PABLO - IMBABURA</b>				
<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE EN INGLÉS</b>	<b>NOMBRE EN ESPAÑOL</b>
PELECANIFORMES	PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Neotropical Cormorant	Cormorán Neotropical
CICONIIFORMES	ARDEIDAE	<i>Butorides striatus</i>	Striated Heron	Garcilla Estriada
		<i>Egretta thula</i>	Snowy Egret	Garceta Nívea
		<i>Egretta caerulea</i>	Little Blue Heron	Garceta Azul
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Black-crowned Night-Heron	Garza Nocturna Coroninegra
		<i>Bubulcus ibis</i>	Cattle Egret	Garceta Bueyera
		<i>Ardea alba</i>	Great Egret	Garceta Grande
PODICIPEDIFORMES	PODICIPEDIDAE	<i>Podilymbus podiceps</i>	Pied-billed Grebe	Zambullidor Piquipinto
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Anas andium</i>	Andean Teal	Cerceta Andina
		<i>Anas georgica</i>	Yellow-billed Pintail	Anade Piquiamarillo
		<i>Anas discors</i>	Blue-winged Teal	Cerceta Aliazul
		<i>Anas acuta</i> °	Northern Pintail	Ánade Rabudo
		<i>Aythya affinis</i> ~	Lesser Scaup	Porrón Menor
		<i>Oxyura ferruginea</i>	Andean Ruddy-Duck	Pato Rojizo Andino
GRUIFORMES	RALLIDAE	<i>Porzana carolina</i>	Sora	Sora
		<i>Rallus aequatorialis</i>	Ecuadorian Rail	Rascón Ecuatoriano
		<i>Porphyryla martinica</i>	Purple Gallinule	Gallareta Púrpura
		<i>Gallinula chloropus</i>	Common Gallinule	Gallareta Común
		<i>Fulica ardesiaca</i>	Andean Coot	Focha Andina
CHARADRIIFORMES	CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>	Southern Lapwing	Avefría Sureña
	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris alba</i> *	Sanderling	Playero Arenero
		<i>Phalaropus tricolor</i> *	Wilson's Phalarope	Falaropo Tricolor
		<i>Actitis macularia</i>	Spotted Sandpiper	Andaríos Coleador
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Greater Yellowlegs	Patiamarillo Mayor
		<i>Tringa flavipes</i>	Lesser Yellowlegs	Patiamarillo Menor
		LARIDAE	<i>Larus serranus</i>	Andean Gull
	<i>Larus atricilla</i>	Laughing Gull	Gaviota Reidora	
	Registrado por Juan Freile (3 marzo 2012)		<i>Limnodromus scolopaceus</i> °	Long-billed Dowitcher
* Registro inusual, aves registradas esporádicamente				
~ Registro especial				
° Representa un nuevo registro para el Ecuador				
Información base: Aves del Ecuador (Ridegely - Greenfield)				
Base de Datos Monitoreo Avifauna Acuática Gobierno Provincial de Imbabura (financiamiento - apoyo técnico), Aves y Conservación (Aval y Coordinación técnico), Universidad Técnica del Norte (apoyo técnico)				
Compilado: Zayana López				

#### 4.3.2. Especies Migratorias registradas en el lago SP

Entre las especies registradas en el lago San Pablo, existen 11 especies migratorias boreales; de acuerdo al libro Aves del Ecuador de Ridgely y Greenfield son aquellas aves que crían en el hemisferio norte y migran hacia el sur durante el invierno norteamericano (boreal).

En la siguiente tabla se puede observar las especies registradas con su nombre científico, nombre en inglés y nombre en español, al igual que su tipo de migración:

**Tabla 4.12:** Lista de especies migratorias registradas en el Lago San Pablo, plan de monitoreo mensual - periodo: agosto 2010 – junio 2012

AVES MIGRATORIAS REGISTRADAS EN EL LAGO SAN PABLO			
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE EN INGLÉS	NOMBRE EN ESPAÑOL	MIGRACIÓN
<i>Egretta caerulea</i>	Little Blue Heron	Garceta Azul	Boreal
<i>Anas discors</i>	Blue-winged Teal	Cerceta Aliazul	Boreal
<i>Anas acuta</i>	Northern Pintail	Ánade Rabudo	Boreal
<i>Aythya affinis</i>	Lesser Scaup	Porcón Menor	Boreal
<i>Porzana carolina</i>	Sora	Sora	Boreal
<i>Calidris alba</i>	Sanderling	Playero Arenero	Boreal
<i>Phalaropus tricolor</i>	Wilson's Phalarope	Falaropo Tricolor	Boreal
<i>Actitis macularia</i>	Spotted Sandpiper	Andarriós Coleador	Boreal
<i>Tringa melanoleuca</i>	Greater Yellowlegs	Patiamarillo Mayor	Boreal
<i>Tringa flavipes</i>	Lesser Yellowlegs	Patiamarillo Menor	Boreal
<i>Larus atricilla</i>	Laughing Gull	Gaviota Reidora	Boreal

Base: Aves del Ecuador (Ridgely - Greenfield)  
Fuente: Base de Datos Monitoreo Avifauna Acuática  
Elaborado: Zayana López

#### 4.3.3. Registros importantes de Aves Acuáticas del Lago SP

Durante el Plan de Monitoreo mensual (periodo octubre 2010 – junio 2012) en el lago San Pablo se ha presentado una dinámica avifaunística muy interesante, es así que, se han realizado tres registros especiales de gran trascendencia ornitológica para la provincia y el país (TERÁN, et al. en prep.).

El primero es el registro realizado en enero del 2011, donde el equipo de monitoreo observó la presencia de un macho de *Aythya affinis* – Lesser Scaup – Porrón Menor en el espejo de agua, según el libro de Aves del Ecuador 2006 esta especie no ha presentado registros recientes, por lo que se lo considera como un divagante *accidental* del invierno boreal en la sierra norteña, existiendo solamente un registro antiguo en 1920, en lo que hoy constituye la ciudad de Quito- Parque la Carolina. En febrero del 2012, se observó y registró una hembra de la misma especie la cual permaneció en el lago por el lapso de un mes. Las dos observaciones fueron registradas en el Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos “CERO”.

El segundo registro importante fue el 3 de marzo del 2012, un individuo de la especie *Limnodromus scolopaceusis* – Long-billed Dowitcher – Agujeta Piquilarga fue encontrado por Juan Freile en la zona pantanosa del estadio de Cachiviro (en la orilla sur del Lago San Pablo). Juan Freile no pudo identificarla con certeza, por lo que informó del avistamiento, razón por la cual varios ornitólogos acompañaron en la búsqueda, el 18 de marzo Jonas Nilsson confirma el registro de Long-billed Dowitcher; en la tarde se fotografió la especie por Roger Ahlman. Toda esta información fue compartida en el Foro de Aves del Ecuador del grupo yahoo y en la página web: <http://www.avesecuador.com/>

El tercer registro importante corresponde a la especie *Anas acuta* – Nothern Pintail – Ánade Rabudo constituye un registro transcendental a nivel nacional ya que es el primer registro de esta especie para el Ecuador, aumentando así la diversidad avifaunística de nuestro país. La observación y registro fue realizada el 28 de junio del 2012, se observó entre una bandada grande de *Anas georgica* a un individuo macho de *Anas acuta*, especie que no se encuentra en el libro de Aves del Ecuador y tampoco en la base de datos del SACC para el país. Esta información se compartió en la página: <https://www.facebook.com/#!/pages/AVES-Imbabura/338378002903396> y en el foro de Aves del Ecuador donde se contó con los aportes de varios ornitólogos nacionales y extranjeros: Blg. Tatiana Santander (Aves y Conservación), Blg. José María Loaiza (Fundación Altrópico), Roger Ahlman (Investigador



Independiente), Galo Buitrón (Laboratorio de Biología de Organismos, Centro de Ecología - Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas), Robert Ridgely y Paul Greenfield (Autores del Libro Aves del Ecuador), que confirmaban y felicitaron por el registro. La especie ha sido registrada en el Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos “CERO”. Al momento las Autoras de este registro Karen Terán Portelles y Zayana López Ayala se encuentran elaborando la publicación científica respectiva para ratificar oficialmente este hallazgo de singular importancia para el Ecuador.

En la siguiente tabla se puede observar los registros importantes obtenidos como parte del Plan de monitoreo mensual en el periodo agosto del 2010 hasta junio del 2012, en donde se indica la especie con su nombre científico, nombre en inglés y español, así como el equipo de monitoreo que realizó el registro:

**Tabla 4.13:** Registros Importantes de Aves Acuática en el Lago San Pablo – Imbabura

REGISTROS ESPECIALES DE AVES ACUÁTICAS EN EL LAGO SAN PABLO			
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE EN INGLÉS	NOMBRE EN ESPAÑOL	REGISTRADO POR
<i>Anas acuta</i>	Northern Pintail	Ánade Rabudo	Karen Terán, Zayana López, Pablo Echaverría, Victor Obando, Santiago Valdivieso, Dora Cuamacás
<i>Aythya affinis</i>	Lesser Scaup	Porrón Menor	Enero 2011: Karen Terán, Zayana López, María Mera, Pablo Echeverría Febrero 2012: Tatiana Santander, Karen Terán, Zayana López, Pablo Echaverría, Adriana Lara
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Long-billed Dowitcher	Agujeta Piquilarga	Juan Freile, Jonas Nilsson, Roger Ahlman
Base: Aves del Ecuador (Ridgely - Greenfield)			
Fuente: Base Datos Monitoreo Avifauna Acuática			Elaborado: Zayana López

#### 4.3.4. Abundancia (Individuos Registrados) de la Avifauna Acuática del Lago SP

En la siguiente tabla se puede ver que el promedio anual de individuos observados en el lago san pablo es de 1232 durante el año de investigación (2011); los tres meses con mayor abundancia (individuos registrados) corresponden a: septiembre

con 1611, julio con 1550 y junio con 1451; el mes con menor número de aves observadas fue abril con un conteo de 848 individuos.

La especies más abundantes constituyen *Fulica ardesiaca* con 601 individuos, *Anas geórgica* con 380 registros, *Bubulcus ibis* con 53 registros y *Oxyura ferruginea* con 51 registros.

**Tabla 4.14:** Datos monitoreo mensual de la Avifauna Acuática del lago San Pablo, año 2011

MONITOREO AVIFAUNA ACUÁTICA DEL LAGO SAN PABLO (ENERO 2011 - DICIEMBRE 2011)													
ESPECIE	2011												PROMEDIO
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2	5	3	3	3
<i>Butorides striatus</i>	1	2	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1
<i>Egretta thula</i>	10	3	0	5	0	0	1	1	5	0	2	4	4
<i>Egretta caerulea</i>	3	6	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	3
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	0	1	1	3	0	1	0	3	0	1	0	2
<i>Bubulcus ibis</i>	33	50	58	86	13	37	86	24	73	35	61	81	53
<i>Ardea alba</i>	3	1	1	6	0	0	0	0	1	0	3	2	2
<i>Podilymbus podiceps</i>	13	24	13	8	17	6	22	1	7	11	5	10	11
<i>Anas andium</i>	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>Anas georgica</i>	358	299	172	189	300	721	672	411	734	206	307	195	380
<i>Anas discors</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	15	6	3	59	17
<i>Aythya affinis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Oxyura ferruginea</i>	48	72	69	36	75	46	52	32	42	24	46	66	51
<i>Porzana carolina</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Porphyryla martinica</i>	1	2	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Gallinula chloropus</i>	17	41	23	18	40	41	60	46	65	37	50	12	38
<i>Fulica ardesiaca</i>	504	618	547	480	712	591	648	555	600	744	627	584	601
<i>Vanellus chilensis</i>	8	7	8	8	15	8	2	0	10	0	14	8	9
<i>Calidris alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
<i>Phalaropus tricolor</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Actitis macularia</i>	27	27	9	8	0	0	1	9	28	22	32	37	20
<i>Tringa melanoleuca</i>	17	8	11	0	0	0	4	0	15	6	32	16	14
<i>Tringa flavipes</i>	0	14	2	0	0	0	0	0	11	7	0	6	8
<i>Larus serranus</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Larus atricilla</i>	4	3	1	1	3	0	0	0	0	6	0	0	3
<b>TOTAL</b>	<b>1049</b>	<b>1184</b>	<b>918</b>	<b>848</b>	<b>1186</b>	<b>1451</b>	<b>1550</b>	<b>1082</b>	<b>1611</b>	<b>1110</b>	<b>1192</b>	<b>1085</b>	<b>1232</b>
Fuente: Base de datos Monitoreo Avifauna Acuática GPI, AYC, UTN													
Monitoreo Avifauna Acuática Gobierno Provincial de Imbabura (Financiamiento y Coordinación Técnica), Aves y Conservación (Aval Técnico), Universidad Técnica del Norte (Apoyo Técnico)													
Elaborado: Zayana López Ayala													

#### **4.3.5. Diferencias Poblacionales Matutinas y Vespertinas de la Avifauna Acuática del Lago San Pablo**

Como se puede observar en la Tabla 4.15 en el lago San Pablo el monitoreo se lo realizó tanto matutino como vespertino desde octubre del 2010 hasta septiembre del 2011(1 año), en este sentido los datos muestran que no existe una diferencia significativa entre ellos. Es decir que la dinámica de las poblaciones es similar tanto en la mañana como en la tarde; por lo que para la determinación de los patrones de distribución temporal se realizan en base a los datos obtenidos en los monitoreos matutinos a partir de enero 2011 hasta diciembre 2011.

No obstante como se puede observar en la Tabla 4.15 y en el Gráfico 4.2 son tres las especies que si presentan una variación significativa en cuanto al promedio anual de individuos entre la mañana y tarde, siendo estas: *Bubulcus ibis* con -70 individuos, *Anas georgica* con 44 individuos y *Fulica ardesiaca* con -45 individuos.

En cuanto a *Bubulcus ibis*, presenta mayor abundancia en los monitoreos vespertinos, debido a que esta especie en la mañana se dispersa en los campos de la provincia de Imbabura en busca de alimento; y a partir de las 17h00 retornan a sus dormideros en el lago San Pablo.

En lo referente a las especies: *Anas geórgica* y *Fulica ardesiaca*, estas presentan mayor abundancia en los monitoreos matutinos, por lo que se presume que la mayoría de las actividades (alimentación y forrajeo) son realizadas en las horas de la mañana, mientras que en la tarde descansan en sitios discretos que las resguardan. Fuera del alcance de los observadores de aves.

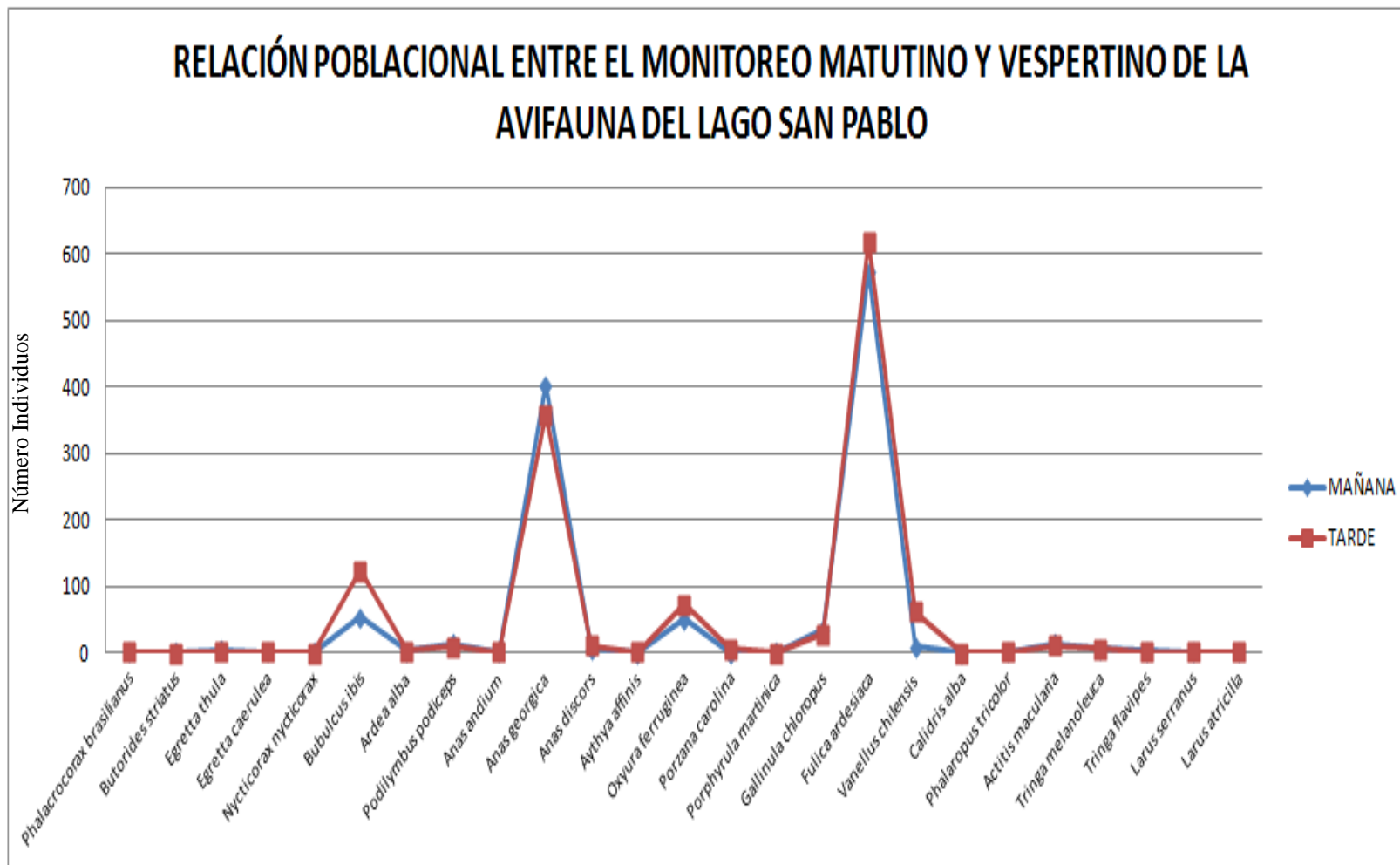
**Tabla 4.15:** Comparación dato mañana – tarde del monitoreo mensual desde octubre 2010 hasta septiembre 2011

ESPECIE	MONITOREO AVIFAUNA ACUÁTICA DEL LAGO SAN PABLO (OCTUBRE 2010 - SEPTIEMBRE 2011)																										PROMEDIO	DIFERENCIA
	2010						2011																					
	OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE					
MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE			
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2	2	1	0	1	0		
<i>Butorides striatus</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0		
<i>Egretta thula</i>	6	1	4	3	8	1	10	2	3	0	2	5	0	3	0	2	1	0	1	0	5	0	4	1	2			
<i>Egretta caerulea</i>	0	0	0	0	3	1	3	2	6	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1			
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0	3	0	1	0	1			
<i>Bubulcus ibis</i>	80	37	72	160	26	15	33	103	50	58	171	86	13	425	37	33	86	247	24	104	73	56	53	123	-70			
<i>Ardea alba</i>	1	0	7	9	12	4	3	8	1	1	1	6	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	0			
<i>Podilymbus podiceps</i>	15	12	13	5	18	10	13	13	24	13	15	8	17	10	6	11	22	10	1	5	7	10	13	9	4			
<i>Anas andium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	16	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	-1			
<i>Anas georgica</i>	419	444	361	156	204	201	358	125	299	172	189	189	300	245	721	919	672	673	411	363	734	637	403	359	44			
<i>Anas discors</i>	6	3	37	8	21	14	0	19	0	0	58	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15	2	7	10	-4			
<i>Aythya affinis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1			
<i>Oxyura ferruginea</i>	50	71	20	51	69	75	48	80	72	69	100	36	75	79	46	51	52	85	32	79	42	56	51	73	-22			
<i>Porzana carolina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	-7			
<i>Porphyryula martinica</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1			
<i>Gallinula chloropus</i>	43	37	12	7	17	11	17	23	41	23	17	18	40	36	41	22	60	62	46	54	65	35	35	28	8			
<i>Fulica ardesiaca</i>	528	545	570	554	540	495	504	563	618	547	618	480	712	677	591	792	648	683	555	693	600	574	574	619	-45			
<i>Vanellus chilensis</i>	11	2	12	9	14	7	8	4	7	8	2	8	15	13	8	4	2	8	0	10	10	2	9	62	-53			
<i>Calidris alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Phalaropus tricolor</i>	3	6	2	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1			
<i>Actitis macularia</i>	28	13	15	10	15	21	27	20	27	9	15	8	0	0	0	0	1	0	9	13	28	17	14	11	3			
<i>Tringa melanoleuca</i>	3	2	7	1	10	9	17	21	8	11	12	0	0	0	0	0	4	0	0	3	15	10	6	6	0			
<i>Tringa flavipes</i>	2	0	0	0	3	2	0	1	14	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	11	1	3	1	2			
<i>Larus serranus</i>	7	0	2	7	0	3	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0			
<i>Larus atricilla</i>	0	0	0	0	0	0	4	5	3	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0			
<b>TOTAL</b>	<b>1203</b>	<b>1174</b>	<b>1136</b>	<b>981</b>	<b>964</b>	<b>870</b>	<b>1049</b>	<b>991</b>	<b>1184</b>	<b>0</b>	<b>918</b>	<b>1204</b>	<b>848</b>	<b>0</b>	<b>1186</b>	<b>1507</b>	<b>1451</b>	<b>1837</b>	<b>1550</b>	<b>1769</b>	<b>1082</b>	<b>1326</b>	<b>1611</b>	<b>1402</b>	<b>1182</b>	<b>1318</b>	<b>-137</b>	

Fuente: Base de datos Monitoreo Avifauna Acuática GPI, AYC, UTN  
 Monitoreo Avifauna Acuática Gobierno Provincial de Imbabura (Financiamiento y Coordinación Técnica), Aves y Conservación (Aval Técnico), Universidad Técnica del Norte (Apoyo Técnico)

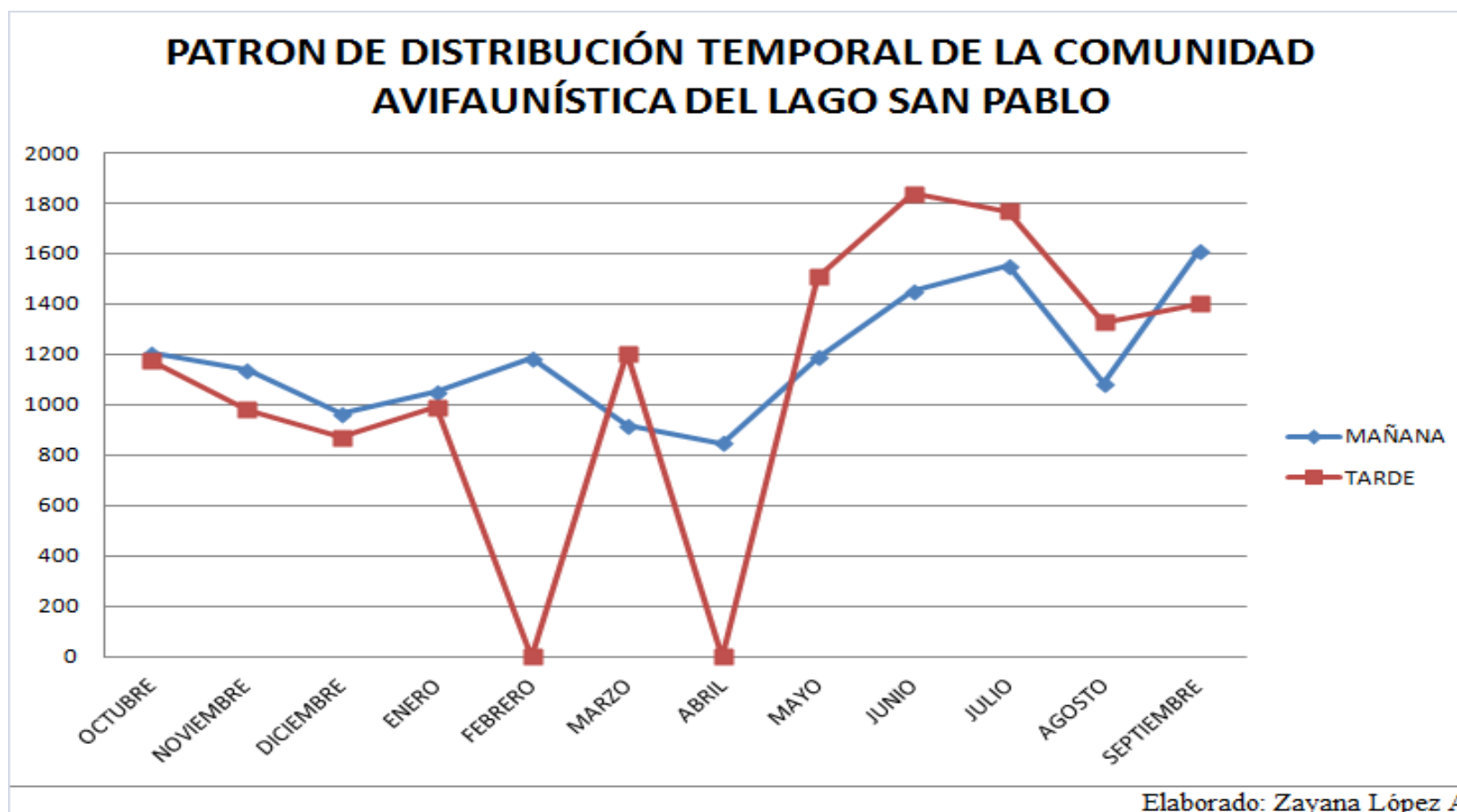
Elaborado: Zayana López Ayala

**Gráfico 4.2:** Relación poblacional entre el monitoreo matutino y vespertino de la avifauna del Lago San Pablo



En el Gráfico 4.3 se puede ver que la tendencia tanto en el monitoreo de la mañana como en la tarde se mantiene; en el caso de los meses de febrero y abril se presenta como dato cero ya que por las malas condiciones climáticas no se pudieron realizar los monitoreos.

**Gráfico 4.3:** Patrones de Distribución Temporal de la Comunidad Avifaunística del Lago San Pablo



#### **4.3.6. Patrones de Distribución Temporal de la Avifauna Acuática de SP**

La distribución temporal de las aves acuáticas del Lago San Pablo presentó dos tendencias en cuanto a la ocurrencia de sus picos de abundancia, un primer grupo de 16 especies con tendencia de distribución poco marcada; y un segundo grupo de 6 especies con picos máximos en los meses de migración boreal.

##### **Especies con tendencia de distribución poco marcada**

En este grupo encontramos aquellas especies que no presentan tendencias de distribución marcadas, pues al ser residentes su presencia en el lago es relativamente constante, por lo que no existen meses con abundancias significativas, tal es el caso de:

*Phalacrocorax brasilianus* que se presenta en el lago entre los meses de julio a diciembre con un registro máximo de 6 individuos. (Ver Gráfico 4.4)

En cuanto a *Butorides striatus* su presencia en el lago San pablo es escasa pues se presenta a penas un registro máximo de 2 individuos. (Ver Gráfico 4.5)

De las especie *Egretta thula* se registró un máximo de diez individuos en el mes de enero del 2011. (Ver Gráfico 4.6)

*Nycticorax nycticorax*, e registró en el lago un máximo de tres individuos. (Ver Gráfico 4.7)

La presencia de *Bubulcus ibis* es regular todo el año, los individuos registrados corresponden a los observados en los terrenos aledaños encontrados junto al ganado, su presencia no es mayoritaria en la mañana ya que se desplazan a los campos de la provincia en busca de alimento. Sin embargo en el lago San Pablo se han reconocido dos sitios de dormideros que constituyen hábitats importantes para esta especie ya que en las horas de la noche albergan hasta 4000 individuos. (Ver Gráfico 4.8)

En el caso de *Ardea alba*, se registra un máximo de 6 individuos en abril. (Ver Gráfico 4.9)



*Podilymbus podiceps* presenta muchas variaciones sobre su abundancia durante todos los meses del año. (Ver Gráfico 4.10)

Respecto a *Anas andium* se han registrado dos individuos en el mes de mayo y uno en agosto, estando ausente en los otros meses del año. (Ver Gráfico 4.11)

En el caso de *Anas georgica* se encuentra presente todo el año, siendo la segunda especie más abundante en el lago, observándose la mayor abundancia entre junio y septiembre. (Ver Gráfico 4.12)

*Oxyura ferruginea* se encuentra presente todo el año en el lago, observándose su menor abundancia en octubre y abril, no existe una época específica que determine su estado reproductivo, ya que se le ha observado tanto en estado reproductivo y polluelos todo el año. (Ver Gráfico 4.13)

En el año 2011 la presencia de *Porphyryla martinica* fue escasa en el lago. Con un registro máximo de 4 individuos. (Ver Gráfico 4.14)

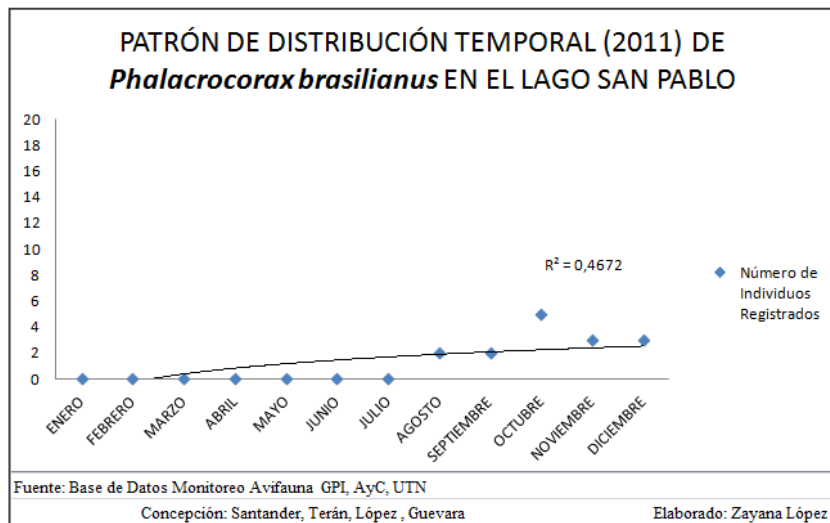
Presente todo el año, *Gallinula chloropus* es la quinta especie más abundante en el lago, presentando la menor cantidad de individuos en diciembre, enero y abril. (Ver Gráfico 4.15)

*Fúlca ardesiaca* es la especie más abundante del lago San Pablo, presente todo el año. (Ver Gráfico 4.16)

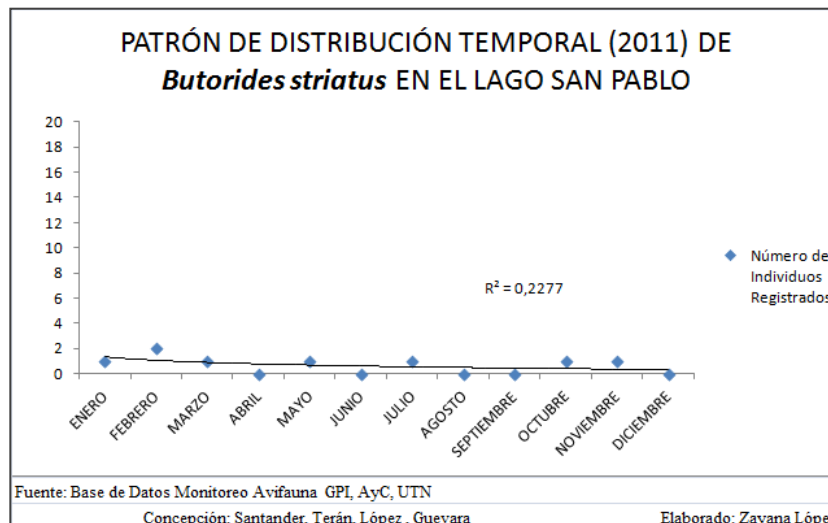
En cuanto a *Vanellus chilensis* a partir de octubre 2010 se evidenció la presencia de esta especie y a partir de esta fecha su permanencia en el lago es constante, al igual que la población se ha ido incrementando, siendo el primer registro 2 individuos y actualmente un promedio de 10 individuos. (Ver Gráfico 4.17)

En el caso de *Larus serranus* y *Larus atricilla* no presentan un patrón establecido, siendo para *L. serranus* dos individuos en febrero el mayor registro (Ver Gráfico 4.18) y en el caso de *L. atricilla* un máximo de seis individuos fueron registrados en octubre (Ver Gráfico 4.19)

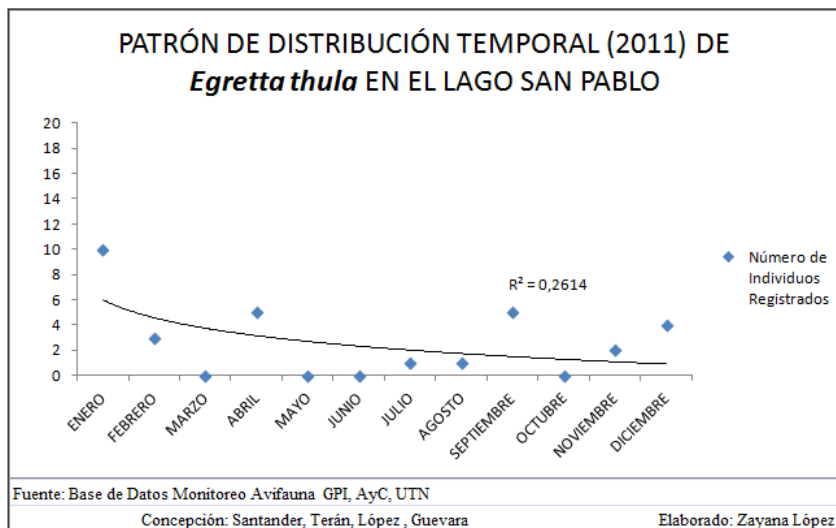
**Gráfico 4.4:** Patrón de Distribución temporal de *Phalacrocorax brasilianus*



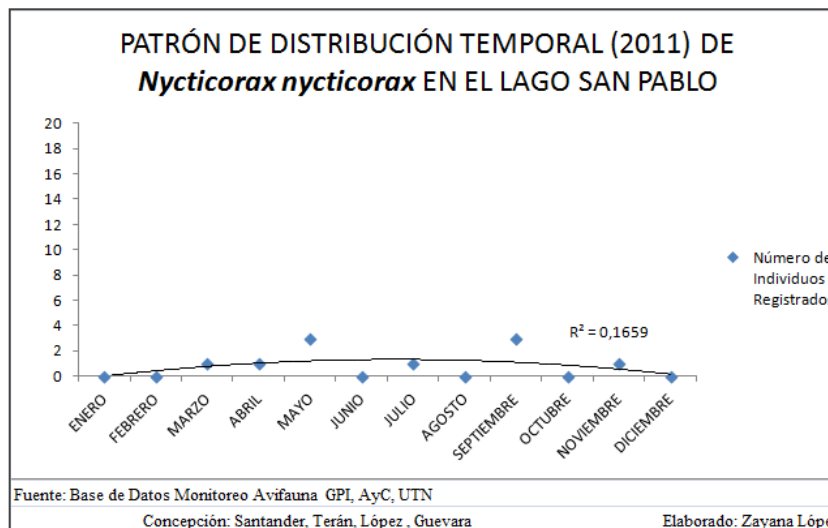
**Gráfico 4.5:** Patrón de Distribución temporal de *Butorides striatus*



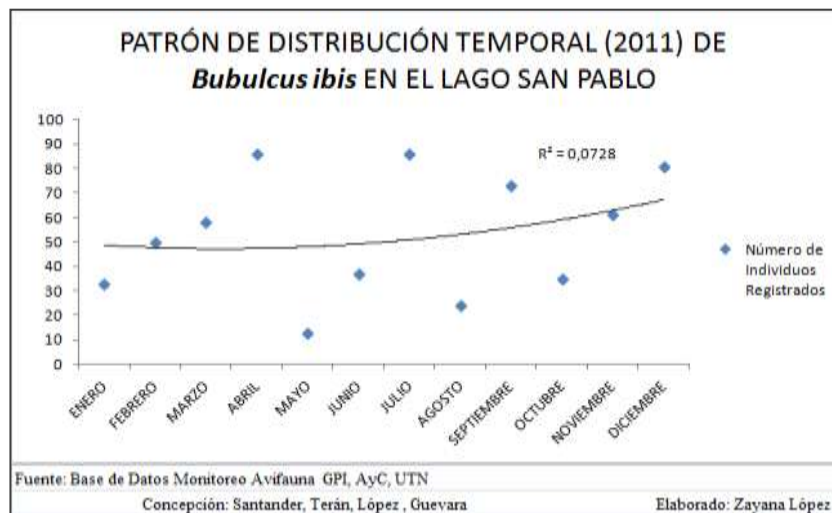
**Gráfico 4.6:** Patrón de Distribución temporal de *Egretta thula*



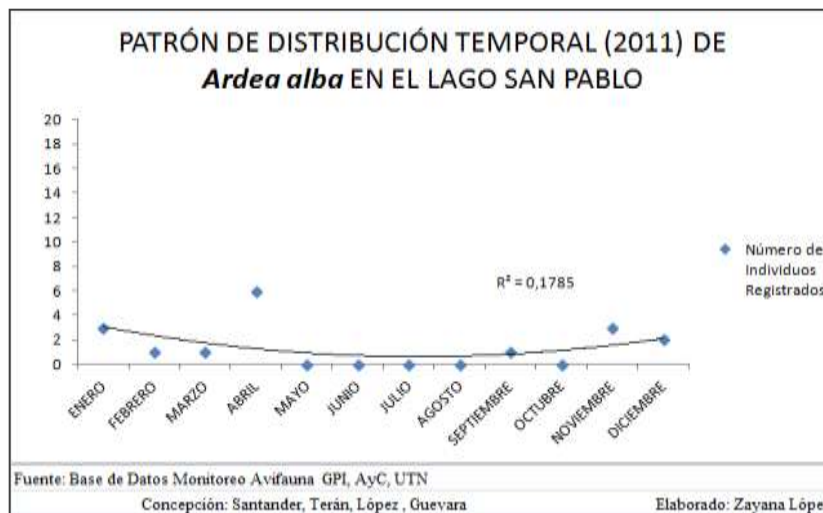
**Gráfico 4.7:** Patrón de Distribución temporal de *Nycticorax nycticorax*



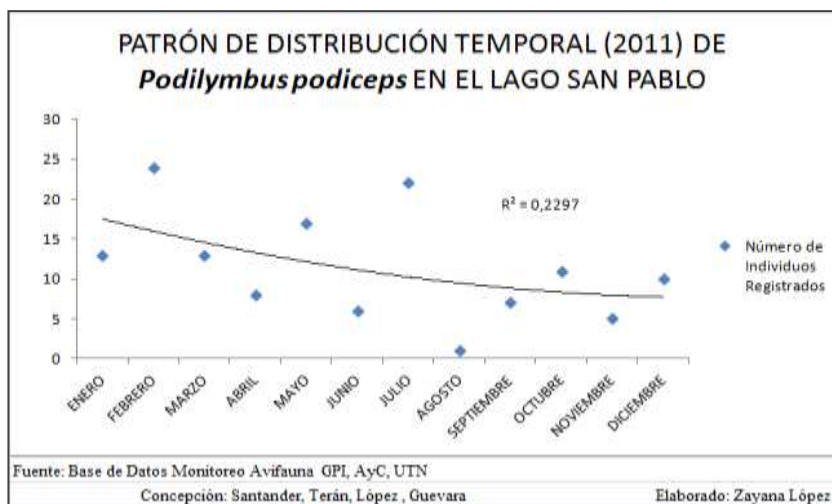
**Gráfico 4.8:** Patrón de Distribución temporal de *Bubulcus ibis*



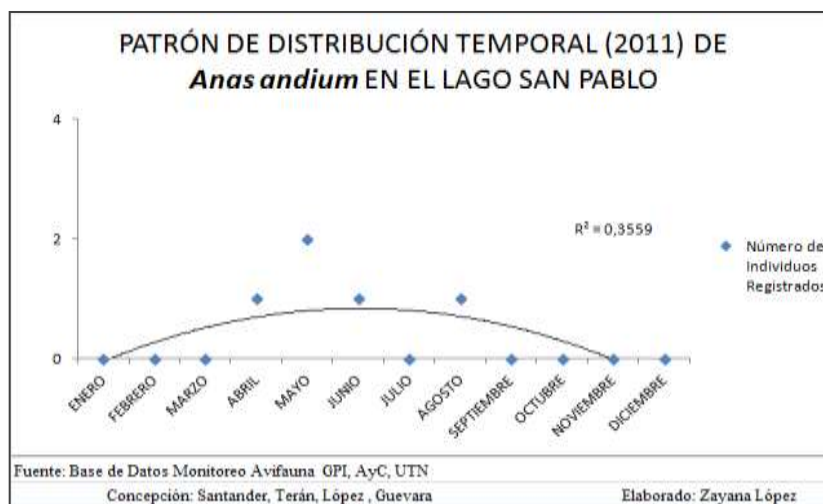
**Gráfico 4.9:** Patrón de Distribución temporal de *Ardea alba*



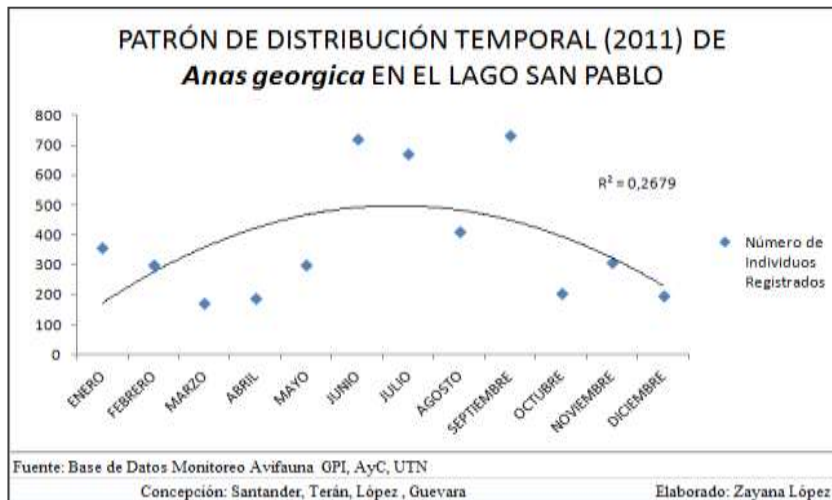
**Gráfico 4.10:** Patrón de Distribución temporal de *Podilymbus podiceps*



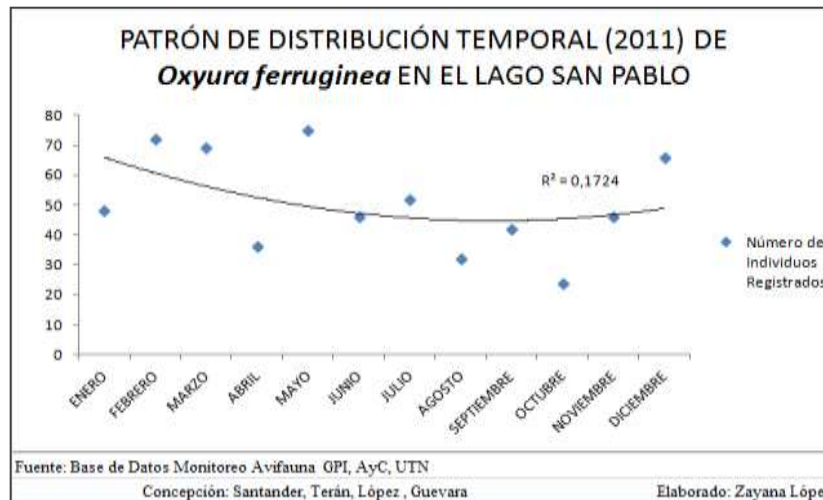
**Gráfico 4.11:** Patrón de Distribución temporal de *Anas andium*



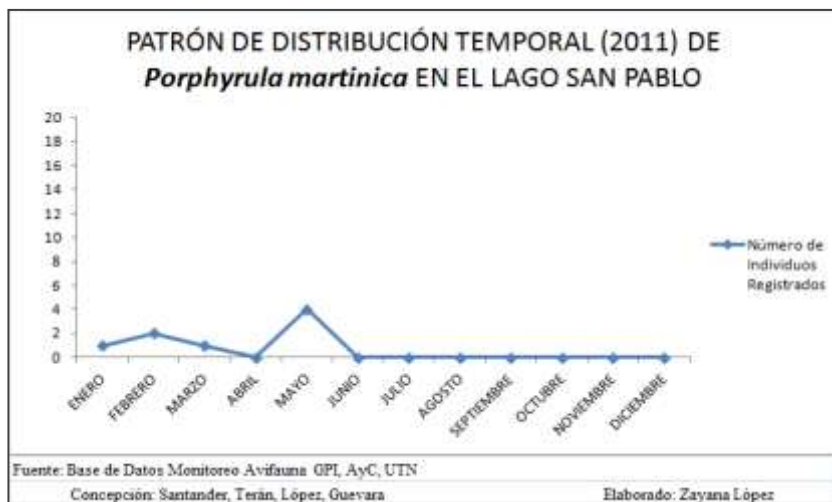
**Gráfico 4.12:** Patrón de Distribución temporal de *Anas georgica*



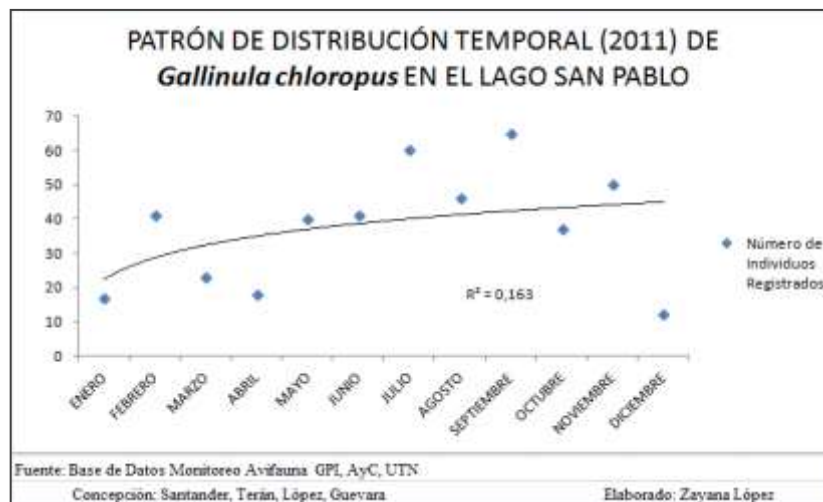
**Gráfico 4.13:** Patrón de Distribución temporal de *Oxyura ferruginea*



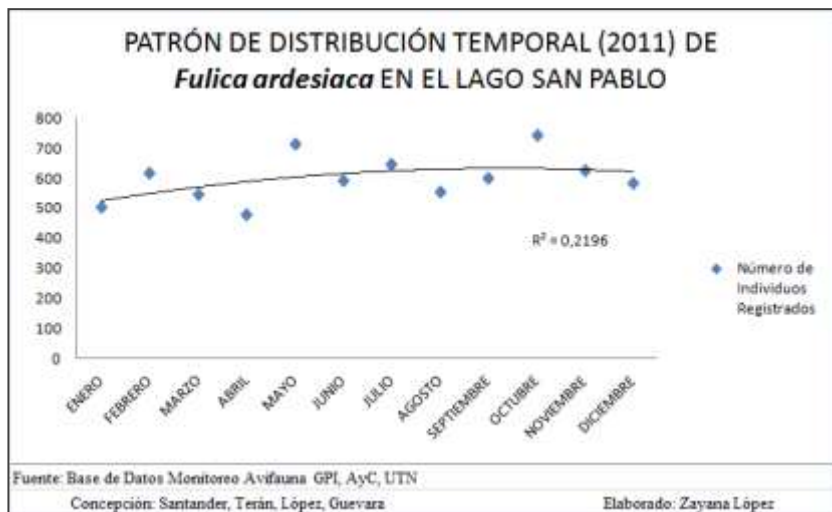
**Gráfico 4.14:** Patrón de Distribución temporal de *Porphyrula martinica*



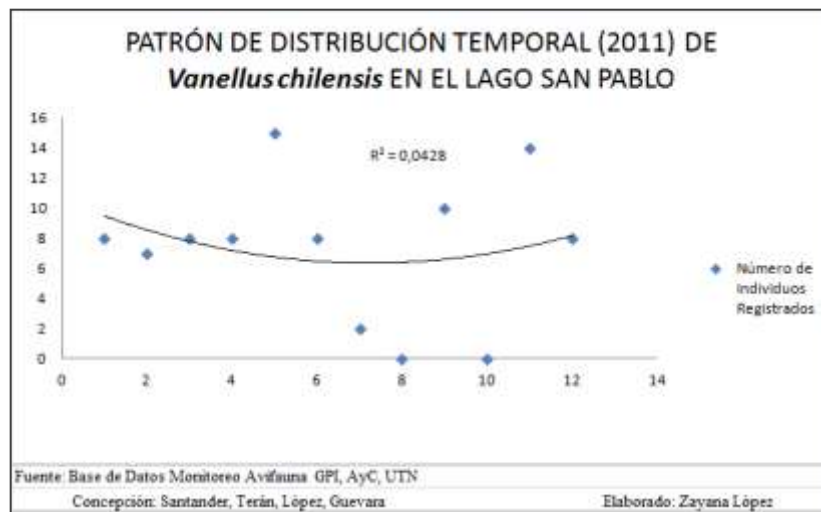
**Gráfico 4.15:** Patrón de Distribución temporal de *Gallinula chloropus*



**Gráfico 4.16:** Patrón de Distribución temporal de *Fulica ardesiaca*



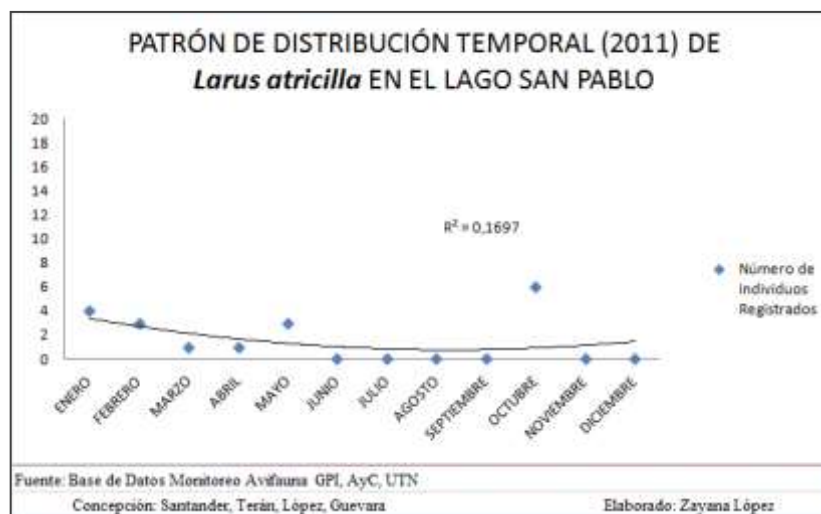
**Gráfico 4.17:** Patrón de Distribución temporal de *Vanellus chilensis*



**Gráfico 4.18:** Patrón de Distribución temporal de *Larus serranus*



**Gráfico 4.19:** Patrón de Distribución temporal de *Larus atricilla*



### **Especies con picos máximos en los meses de migración boreal**

En el caso de las especies migratorias se observa patrones de distribución con tendencia marcada, siendo los meses de octubre – marzo los que presentan mayor abundancia, esto se debe a que las aves buscan refugio y alimento en el lago San Pablo mientras dura el invierno boreal y las condiciones mejoran. En San Pablo tenemos los siguientes casos:

*Egretta caerulea*, se presenta en el lago desde noviembre – abril, habiéndose registrado hasta 6 individuos. (Ver Gráfico 4.20)

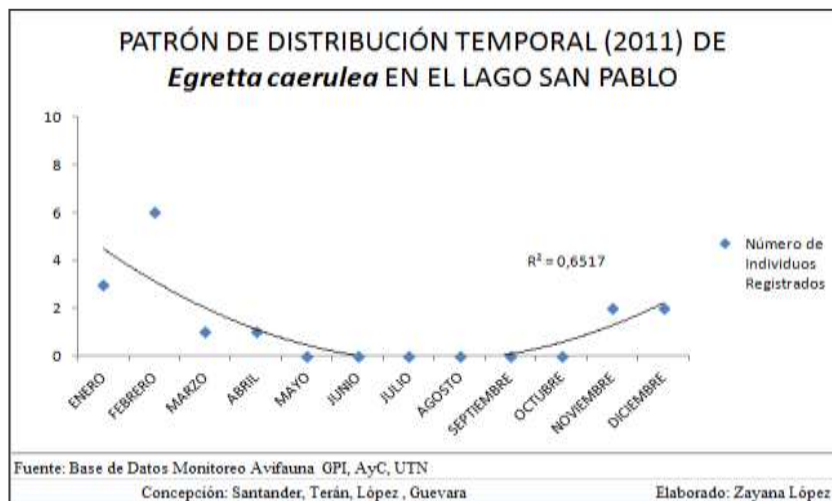
*Anas discors* que es una especie migratoria boreal, se hace presente en el lago a partir del mes de septiembre, obteniéndose el mayor número de individuos en el mes de diciembre. (Ver Gráfico 4.21)

Hay especie que por su tamaño su comportamiento huidizo no siempre son fáciles de observar y registrar, por lo que pueden ser subestimadas, no obstante se sabe que se encuentra presentes en el lago por los registros efectuados de manera continua en los siguientes años, tal el caso de *Porzana carolinian* que está presente en el lago en el mes de febrero. (Ver Gráfico 4.22)

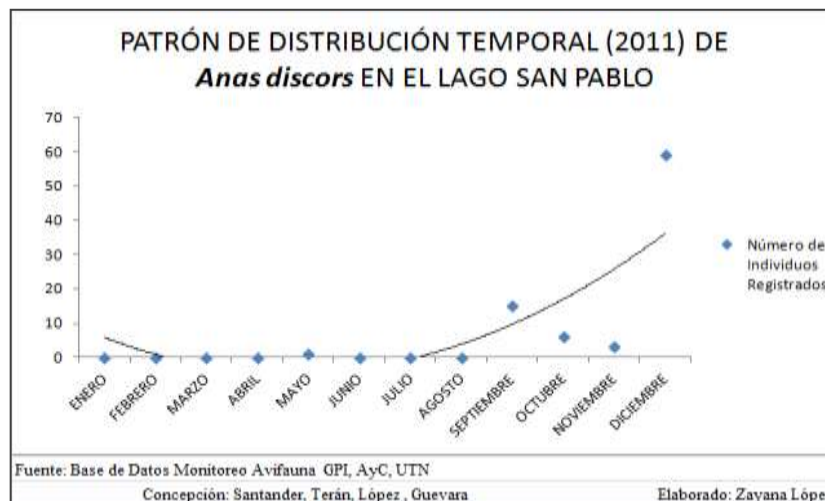
*Actitis macularia* es una especie migratoria boreal la cual se hace presente en el lago a partir del mes de agosto aumentando progresivamente su número y presentando un pico en diciembre, su presencia presenta un declive en abril. (Ver Gráfico 4.23)

En cuanto a *Tringa melanoleuca* y *Tringa flavipes* son migratorias boreales, mismas que se encuentran presentes desde el mes de septiembre hasta marzo. (Ver gráficos N° 4.24 y 4.25)

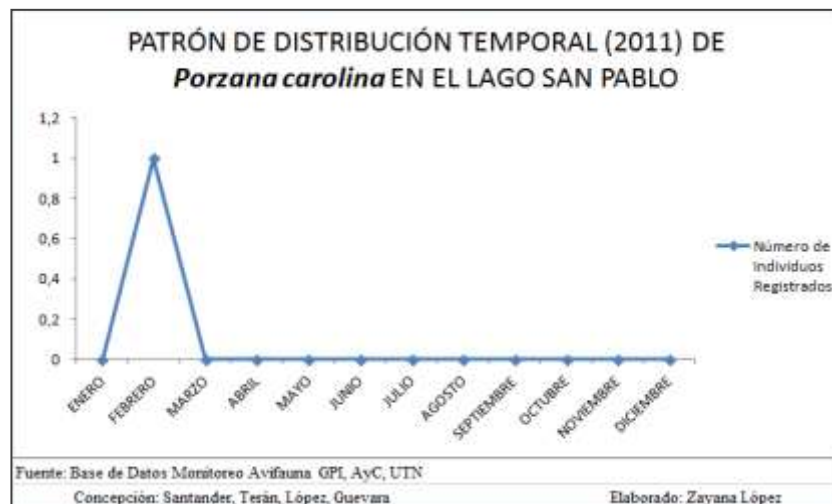
**Gráfico 4.20:** Patrón de Distribución temporal de *Egretta caerulea*



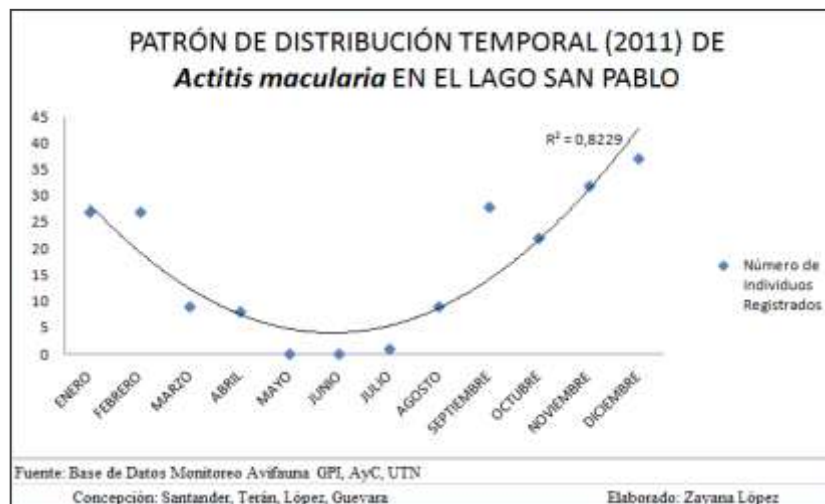
**Gráfico 4.21:** Patrón de Distribución temporal de *Anas discors*



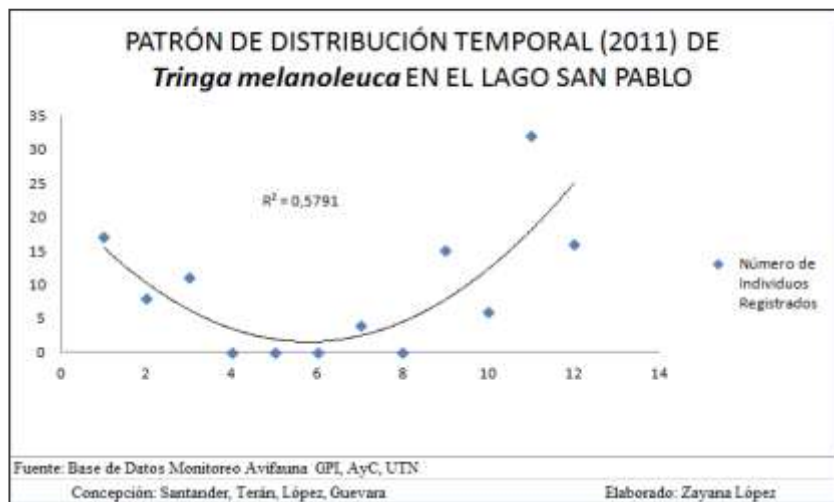
**Gráfico 4.22:** Patrón de Distribución temporal de *Porzana carolina*



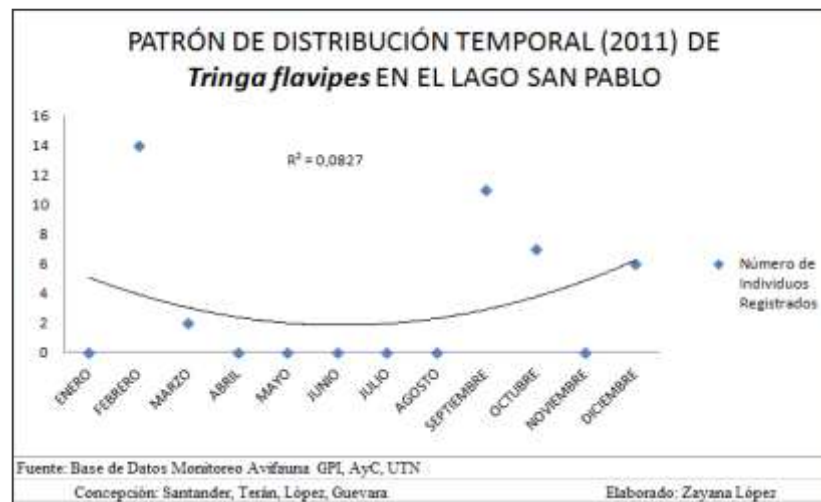
**Gráfico 4.23:** Patrón de Distribución temporal de *Actitis macularia*



**Gráfico 4.24:** Patrón de Distribución temporal de *Tringa melanoleuca*



**Gráfico 4.25:** Patrón de Distribución temporal de *Tringa flavipes*



En cada uno de los gráficos correspondientes a los Patrones de distribución de cada una de las especies registradas en el 2011 que fueron presentados anteriormente; se puede observar una línea de tendencia (polinomial), que básicamente grafica el comportamiento de la nube de puntos a lo largo del eje X (meses del año). Al igual que el valor R que indica el ajuste de los datos a la línea de tendencia, valores cercanos a 0 indican bajo ajuste.



**Tabla 4.16:** Síntesis de los Patrones de Distribución Temporal de las Poblaciones de la Avifauna Acuática en el lago San Pablo

MONITOREO AVIFAUNA ACUÁTICA DEL LAGO SAN PABLO (ENERO 2011 - DICIEMBRE 2011)													
ESPECIE	NOMBRE COMÚN	2011											
		E	F	M	A	M	J	JI	A	S	O	N	D
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical												
<i>Butorides striatus</i>	Garcilla Estriada												
<i>Egretta thula</i>	Garceta Nívea												
<i>Egretta caerulea</i>	Garceta Azul												
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Coroninegra												
<i>Bubulcus ibis</i>	Garceta Bueyera												
<i>Ardea alba</i>	Garceta Grande												
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor Piquipinto												
<i>Anas andium</i>	Cerceta Andina												
<i>Anas georgica</i>	Anade Piquiamarillo												
<i>Anas discors</i>	Cerceta Aliazul												
<i>Anas acuta</i>	Ánade Rabudo °												
<i>Aythya affinis</i>	Porrón Menor ~												
<i>Oxyura ferruginea</i>	Pato Rojizo Andino												
<i>Porzana carolina</i>	Sora												
<i>Rallus aequatorialis</i>	Rascón Ecuatoriano												
<i>Porphyryla martinica</i>	Gallareta Púrpura												
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallareta Común												
<i>Fulica ardesiaca</i>	Focha Andina												
<i>Vanellus chilensis</i>	Avefría Sureña												
<i>Calidris alba</i>	Playero Arenero *												
<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo Tricolor *												
<i>Actitis macularia</i>	Andarríos Coleador												
<i>Tringa melanoleuca</i>	Patiamarillo Mayor												
<i>Tringa flavipes</i>	Patiamarillo Menor												
<i>Larus serranus</i>	Gaviota Andina												
<i>Larus atricilla</i>	Gaviota Reidora												

Lista de Aves Acuáticas registradas en el lago San Pablo (Imbabura). En azul los meses con mayores registro y mayor probabilidades de ser encontradas, en celeste los meses con pocos registros y en blanco cuando no han sido registradas.

\* Registro inusual, aves resgistradas esporadicamente  
~ Registro especial  
° Representa un nuevo registro para el Ecuador

Concepción: Santander, Terán, López

Monitoreo Avifauna Acuática Gobierno Provincial de Imbabura (financiamiento - apoyo técnico), Aves y Conservación (aval técnico), Universidad Técnica del Norte (apoyo técnico)

Elaborado: Zayana López, Karen Terán

### **4.3.7 Patrones de Distribución Espacial**

En la Tabla 4.17 se muestra un consolidando de la información respecto a la diversidad y abundancia correspondientes de los monitoreos mensuales de la avifauna acuática por zonas durante el año de investigación. Para una mejor visualización de los datos se realizaron varios gráficos.

En el Gráfico 4.26, las zonas que muestran mayor diversidad son: Pucará de Desaguadero (z 2) con un promedio de 18 especies, La Compañía Camuendo (z 5) con un promedio de 14 especies e Itambi – Huaycopungo (z 10) con un promedio de 20 especies.

En el Gráfico 4.27, las zonas que presentan mayor abundancia (número de individuos registrados) son: Muelle Chicapam (z 1) con un promedio de 141 individuos, La Compañía – Camuendo (z 5) con un promedio de 149 individuos e Itambi – Guaycopungo (z 10) con un promedio de 148 especies.

Para el análisis de la densidad relativa se puede observar en el Gráfico 4.28 que las zonas que presentan mayor densidad relativa son: Muelle Chicapam (z 1), La Compañía – Camuendo (zona 5) con e Itambi – Huaycopungo (z 10).

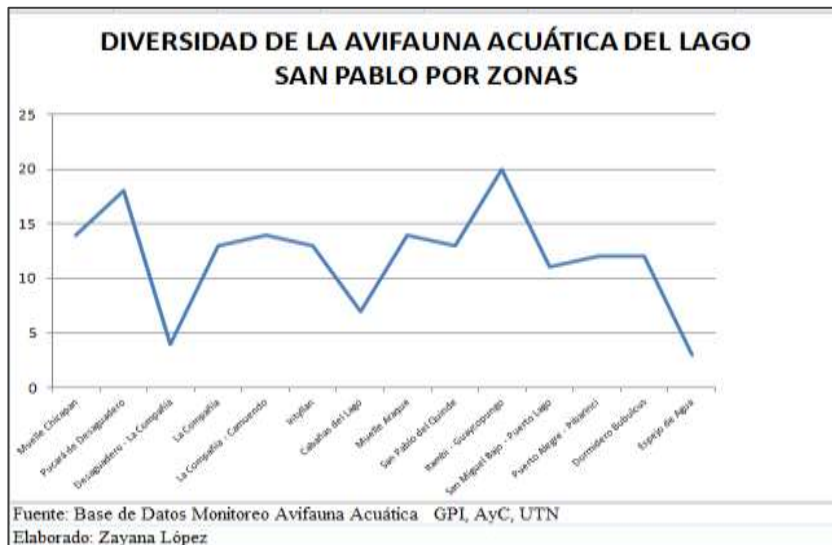
En este sentido y en base al Gráfico 4.29, es importante priorizar la conservar de aquellas zonas que presentan ya sea mayor abundancia o mayor diversidad.

En el Anexo 4 se puede observar las especies representativas de cada una de las zonas establecidas.

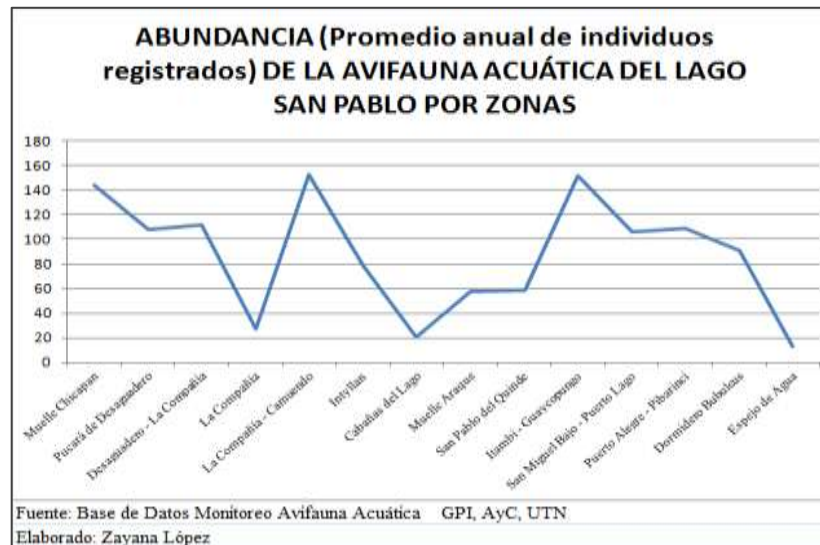
**Tabla 4.17:** Diversidad, Abundancia y Densidad de las zonas del Lago San Pablo

<b>DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y DENSIDAD DE LAS ZONAS DEL LAGO SAN PABLO</b>						
<b>N°</b>	<b>NOMBRE ZONA</b>	<b>DIVERSIDAD (N° especies registradas)</b>	<b>ABUNDANCIA (N° promedio anual individuos registrados)</b>	<b>AREA ZONA (ha)</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>DENSIDAD RELATIVA</b>
1	Muelle Chicapan	14	144	8,4	17,2	11,7
2	Pucará de Desaguadero	18	108	16,1	6,7	8,8
3	Desaguadero - La Compañía	4	112	3,5	31,7	9,1
4	La Compañía	13	27	8,7	3,1	2,2
5	La Compañía - Camuendo	14	153	10,8	14,1	12,4
6	Intyllan	13	79	4,1	19,3	6,4
7	Cabañas del Lago	7	21	3,0	7,1	1,7
8	Muelle Araque	14	58	6,8	8,6	4,7
9	San Pablo del Quinde	13	59	17,0	3,5	4,8
10	Itambi - Guaycopungo	20	152	22,6	6,7	12,3
11	San Miguel Bajo - Puerto Lago	11	106	8,0	13,2	8,6
12	Puerto Alegre - Pibarinci	12	109	11,0	9,9	8,8
13	Dormidero Bubulcus	12	91	20,5	4,4	7,4
14	Espejo de Agua	3	13	604,1	0,0	1,1
<b>TOTAL</b>			1232			
Monitoreo Avifauna Acuática Gobierno Provincial de Imbabura (financiamiento - Coordinación técnica), Aves y Conservación (aval técnico), Universidad Técnica del Norte (apoyo técnico)						
Elaborado: Zayana López						

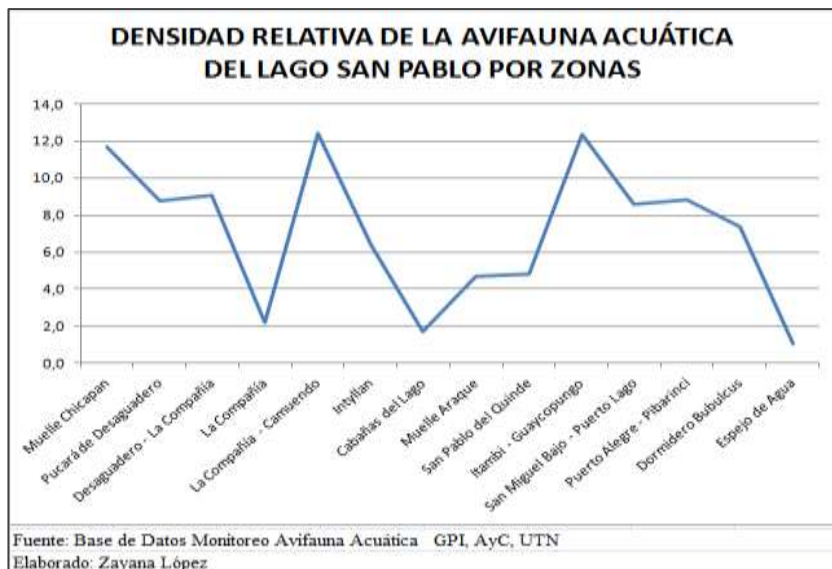
**Gráfico 4.26:** Diversidad Avifauna Acuática en las zonas del lago SP



**Gráfico 4.27:** Abundancia Avifauna Acuática en las zonas del lago SP



**Gráfico 4.28:** Densidad Relativa de la Avifauna Acuática en las zonas del lago SP



**Gráfico 4.29:** Diversidad – Abundancia Avifauna Acuática del lago SP



#### 4.4. ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL LAGO SAN PABLO

En función del análisis de los patrones de distribución temporal y espacial de la avifauna acuática de lago San Pablo, se estructura una propuesta de zonificación ecológica que servirá como estrategia de conservación in-situ de la avifauna acuática del lago, que permita proteger sitios prioritarios e importantes para el desarrollo, refugio y alimentación de la avifauna acuática tanto de especies residentes como migratorias.

En la Tabla 4.18 se muestran los valores correspondientes al promedio anual de diversidad, abundancia, densidad relativa de las respectivas zonas, cuyos datos permiten consolidar el análisis para la determinación de la zonificación ecológica.

**Tabla 4.18:** Valores Considerados para la ponderación de la Zonificación Ecológica del Lago San Pablo

ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA AVIFAUNA ACUÁTICA DEL LAGO SAN PABLO					
N°	NOMBRE ZONA	DIVERSIDAD (N° especies registradas)	ABUNDANCIA (N° promedio anual individuos registrados)	DENSIDAD RELATIVA	REGISTROS IMPORTANTES
1	Muelle Chicapan	14	144	11,7	
2	Pucará de Desaguadero	18	108	8,8	
3	Desaguadero - La Compañía	4	112	9,1	
4	La Compañía	13	27	2,2	
5	La Compañía - Camuendo	14	153	12,4	<i>Limnodromus scolopaceus</i>
6	Intyllan	13	79	6,4	<i>Anas acuta</i>
7	Cabañas del Lago	7	21	1,7	
8	Muelle Araque	14	58	4,7	<i>Aythya affinis (macho)</i>
9	San Pablo del Quinde	13	59	4,8	
10	Itambi - Guaycopungo	20	152	12,3	
11	San Miguel Bajo - Puerto Lago	11	106	8,6	<i>Anas acuta</i>
12	Puerto Alegre - Pibarinci	12	109	8,8	<i>Aythya affinis (hembra)</i>
13	Dormidero Bubulcus	12	91	7,4	
14	Espejo de Agua	3	13	1,1	<i>Anas acuta</i>

Monitoreo Avifauna Acuática Gobierno Provincial de Imbabura (financiamiento - Coordinación técnica), Aves y Conservación (aval técnico) , Universidad Técnica del Norte (apoyo técnico)

Elaborado: Zayana López

La zonificación está basada en la ponderación para cada zona, en función de los componentes: promedio anual de diversidad, abundancia (número de individuos registrados), densidad relativa y registros importantes de aves acuáticas presentado en la Tabla 4.19; como resultado de ésta ponderación (utilizando una escala de alto, medio y bajo) se determinó la prioridad de conservación de cada zona, la cual se muestra a continuación

**Tabla 4.19:** Zonificación Ecológica para la Conservación de la Avifauna Acuática del Lago San Pablo

ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA AVIFAUNA ACUÁTICA DEL LAGO SAN PABLO										
N°	NOMBRE ZONA	VALOR PONDERADO				SUMATORIA	PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN			
		DIVERSIDAD	ABUNDANCIA	DENSIDAD RELATIVA	REGISTROS ESPECIALES					
1	Muelle Chicapan	3	3	3	0	9	1	Alta		
2	Pucará de Desaguadero	3	3	3	0	9	1	Alta		
3	Desaguadero - La Compañía	1	3	3	0	7	2	Media		
4	La Compañía	2	1	1	0	4	3	Baja		
5	La Compañía - Camuendo	3	3	3	3	12	1	Alta		
6	Intyllan	2	2	2	3	9	2	Media		
7	Cabañas del Lago	1	1	1	0	3	3	Baja		
8	Muelle Araque	3	2	2	3	10	1	Alta		
9	San Pablo del Quinde	2	2	2	0	6	2	Media		
10	Itambi - Guaycopungo	3	3	3	0	9	1	Alta		
11	San Miguel Bajo - Puerto Lago	2	3	3	3	11	1	Alta		
12	Puerto Alegre - Pibarinci	2	3	3	3	11	1	Alta		
13	Dormidero Bubulcus	2	2	2	0	6	2	Media		
14	Espejo de Agua	1	1	1	3	6	2	Media		
VALORES DE PONDERACIÓN										
RANGO DIVERSIDAD	VALOR DE PONDERACIÓN		RANGO ABUNDANCIA	VALOR DE PONDERACIÓN		RANGO DENSIDAD RELATIVA	VALOR DE PONDERACIÓN		REGISTROS IMPORTANTES	
3 - 7	Baja	1	10 - 24	Baja	1	0,8 - 4,5	Baja	1	AUSENCIA 0	
8 - 13	Media	2	25 - 88	Media	2	4,6 - 8,6	Media	2		
14 - 20	Alta	3	89 - 149	Alta	3	8,7 - 12,5	Alta	3	PRESENCIA 3	
RANGO PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN										
RANGO		PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN SUMATORIA								
9 - 12		1								Alta
6 - 8		2								Media
3 - 5		3								Baja
Monitoreo Avifauna Acuática Gobierno Provincial de Imbabura (financiamiento - apoyo técnico), Aves y Conservación (aval técnico), Universidad Técnica del Norte (apoyo técnico)										
Concepción: Terán, López										
Elaborado: Zayana López										

Las zonas con mayor puntuación (entre 9 y 12) tienen prioridad alta o prioridad 1 de conservación debido a que presentan una alta diversidad y/o abundancia de aves acuáticas y/o por haberse registrado especies de particular interés que le dan importancia a estos sitios; las zonas con prioridad alta son las que requieren un especial cuidado, ya que el objetivo general de manejo es conservar el ambiente natural con un mínimo de intervención humana, para evitar la perturbación del hábitat y garantizar la conservación de las aves acuáticas. Dentro de las zonas con prioridad uno tenemos: Muelle Chicapam (zona 1), Pucará de Desaguadero (zona 2), La Compañía – Camuendo (zona 5), Muelle Araque (zona 8), Itambi – Huaycopungo (zona 10), San Miguel Bajo – Puerto Lago (zona 11) y Puerto Alegre – Pivarince (zona 12).

Las zonas que presentan una puntuación (entre 6 y 8) son consideradas de prioridad media es decir prioridad 2; estas zonas son adecuadas para educación ambiental y recreación en armonía con la naturaleza. En la zonificación ecológica del lago San Pablo, las zonas con prioridad media son: Desaguadero – La Compañía (zona 3), Intyllan (zona 6), San Pablo el Quinde (zona 9), Dormidero Bubulcus (zona 13) y Espejo de Agua (zona 14).

Mientras que las zonas con puntuación entre 3 y 5 son de prioridad baja es decir “3”, estas zonas se pueden desarrollar actividades antrópicas amigables con el ambiente y pueden soportar mayor concentración de personas junto a sus orillas. Entre las zonas con prioridad baja tenemos: La Compañía (zona 4) y Cabañas del Lago (zona 7)

Debido a la importancia del ecosistema lacustre de San Pablo se lo debería declarar como patrimonio natural del cantón Otavalo estableciendo una normativa de uso y ocupación del suelo específica que regule las actividades antrópicas que se desarrollan a orillas del lago así como dentro del espejo de agua, que establezcan las reglas para el desarrollo de actividades turísticas, recreativas, deportivas agrícolas y pecuarias de manera que no generen impactos ambientales negativos significativos que afecten el equilibrio natural del lago Imbakucha que

es un ícono cultural, natural y paisajístico del cantón Otavalo y de la provincia de Imbabura.

Además es importante para la conservación del equilibrio del humedal y de la avifauna el establecimiento de una franja de protección y amortiguamiento

Franja de protección: una franja de 50 metros de ancho paralela a la línea de cota máxima del cauce permanente del lago, donde no se puedan realizar desarrollos urbanísticos o edificaciones para uso residencial, ni permitir la presencia de ganado y cultivos que demanden el uso intensivo de agroquímicos.

Franja de amortiguamiento: constituye un área de 30 metros medidos a partir del límite de la franja de protección, es decir establece un área circundante a la franja de protección, que permite el desarrollo de corredores ecológicos privados o públicos conforme a las características de las propiedades de los predios circundantes del espejo de agua

En este sentido en el mapa de zonificación ecológica (Anexo 5), que constituye un insumo de la estrategia de conservación de la avifauna acuática del humedal de San Pablo, se puede observar, cada una de las zonas del lago son su nivel de priorización para la conservación, al igual que la franja de protección y amortiguamiento propuesta.



## **4.5. DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis estadístico utilizamos métodos No Paramétricos como son los siguientes:

Como parte del análisis Bioestadístico se realizó en cálculo de diversidad, parámetro que nos permitió conocer que en el lago San Pablo existen 28 especies, mismas que de acuerdo a su preferencia de ubicación en las zonas determinan la ponderación para la priorización de la conservación.

Además se realizó el cálculo de la abundancia, permitiendo conocer así la cantidad de individuos presentes tanto en el año de investigación como en cada una de zonas de estudio.

De igual manera se calculó la densidad relativa de cada una de las zonas, al igual que los anteriores parámetros, son parte fundamental para la determinación de la priorización para la conservación.

Toda la información del análisis estadístico fue utilizada tanto en la determinación de los patrones de distribución espacial (4.3.7.) como en la zonificación ecológica (4.4).

### **4.5.1. Índice de Simpson**

Este índice toma en cuenta la riqueza y equidad de las especies que corresponde a la diversidad. Además da poca importancia a las especies no abundantes, y mayor significado a las que sí lo son. Tomando en cuenta que los valores que se acercan a 1 tiene una diversidad alta y los que se acercan a 0 tienen una diversidad baja.

A continuación en la siguiente Tabla 4.20, se presenta los resultados del análisis de índice de Simpson que se lo realizó a cada especie, para efectuar las comparaciones y conclusiones respectivas.

**Tabla 4.20:** Índice de Simpson de la Avifauna Acuática del Lago San Pablo.

<b>CALCULO INDICE DE SIMPSON</b>			
<b>ESPECIE</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>Pi</b>	<b>(Pi)2</b>
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	3	0,0024	0,00001
<i>Butorides striatus</i>	1	0,0009	0,00000
<i>Egretta thula</i>	4	0,0031	0,00001
<i>Egretta caerulea</i>	3	0,0020	0,00000
<i>Nycticorax nycticorax</i>	2	0,0014	0,00000
<i>Bubulcus ibis</i>	53	0,0431	0,00186
<i>Ardea alba</i>	2	0,0020	0,00000
<i>Podilymbus podiceps</i>	11	0,0093	0,00009
<i>Anas andium</i>	1	0,0010	0,00000
<i>Anas georgica</i>	380	0,3086	0,09524
<i>Anas discors</i>	17	0,0136	0,00019
<i>Aythya affinis</i>	1	0,0008	0,00000
<i>Oxyura ferruginea</i>	51	0,0411	0,00169
<i>Porzana carolina</i>	1	0,0008	0,00000
<i>Porphyryla martinica</i>	2	0,0016	0,00000
<i>Gallinula chloropus</i>	38	0,0304	0,00093
<i>Fulica ardesiaca</i>	601	0,4875	0,23768
<i>Vanellus chilensis</i>	9	0,0071	0,00005
<i>Calidris alba</i>	3	0,0024	0,00001
<i>Phalaropus tricolor</i>	4	0,0032	0,00001
<i>Actitis macularia</i>	20	0,0162	0,00026
<i>Tringa melanoleuca</i>	14	0,0111	0,00012
<i>Tringa flavipes</i>	8	0,0065	0,00004
<i>Larus serranus</i>	2	0,0012	0,00000
<i>Larus atricilla</i>	3	0,0024	0,00001
<b>TOTAL</b>	1232		0,33819
<b>INDICE DIVERSIDAD</b>			0,66
<b>DIVERSIDAD MINIMA</b>			0
<b>DIVERSIDAD MAXIMA</b>			0,96
<b>PORCENTAJE</b>			68,80%
<b>RANGOS</b>	0 - 25% 26 - 50% 51 - 75% 76 - 100%	Diversidad Baja Diversidad Media Diversidad Alta Diversidad Muy Alta	

Fuente: Base de Datos Monitoreo Avifauna Acuática

Elaborado: Zayana López

Con los datos obtenidos del Índice de Simpson, se observa que el lago San Pablo presenta un índice de diversidad de 0,66 es decir 68,8 %, ubicándose en el rango correspondiente a diversidad alta, esta información es corroborada con los datos obtenidos en el Censo Aves Neotropicales del Ecuador que ubican a Yahuarcocha y San Pablo como los sistemas lacustres altoandinos más importantes del país, además en este lago se han registrado especies de singular importancia para el País tales como: *Anas acuta*, *Limnodromus scolopaceus*, *Aythya affinis* (macho y hembra) que constituyen nuevas especies para el País.

Además San Pablo constituye un hábitat importante para las aves migratorias boreales, en el lago se han registrado 11 especies de visitantes boreales. Constituyendo así a San Pablo como uno de los lugares preferidos para alimentación y descanso de estas ilustres visitantes.

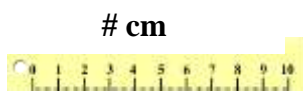
## 4.6. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE AVES

### ACUÁTICAS DEL LAGO SP

A continuación se presenta una ficha descriptiva de cada una de las especies registradas en el Lago San Pablo, la cual contiene información respecto a: Medida (tamaño de la especie), Hábito migratorio, Zona (ubicación en el lago), Gregarismo, Categoría de Conservación (UICN). Además de contar con una serie de fotografías obtenidas a lo largo de la investigación, donde en varios casos se puede ver el ciclo de vida del ave, al igual que la diversidad de plumajes de acuerdo a sus estadios de edad y reproducción.

#### Simbología Representativa Utilizada



##### Medida



# cm

Este dibujo representa la longitud máxima del ave en centímetros tomada en su postura habitual. En general es difícil de estimar a distancia y sólo es útil para realizar comparaciones con otras especies. Una idea aproximada del tamaño comparativo del ave se ofrece al inicio de la Identificación mediante el uso de los términos "pequeño, mediano y grande". El dato sobre el tamaño de las aves registradas en el Lago San Pablo es tomado del libro Aves del Ecuador de Robert S. Ridgely y Paul J. Greenfield.

##### Hábito migratorio

- Migrante Boreal: Especie que se reproduce en el hemisferio norte durante la primavera-verano boreal, y luego migra hacia las áreas de invernada (o no reproductivas) en el hemisferio sur, durante la primavera-verano austral. 
- Migrante Austral: Especie que se reproduce en la costa o estepa patagónica durante la primavera y luego migra hacia las áreas de invernada (o no reproductivas) ubicadas al norte. 

- Migrante Altitudinal: Según Palminteri et al. (1999), la migración altitudinal es un fenómeno periódico en que las especies se reproducen en determinado plano altitudinal y luego migran a otra altitud. De acuerdo al libro Aves del Ecuador, no existen pruebas que exista una migración altitudinal en el Ecuador.



### Zona (ubicación en el lago)



Hace referencia a las zonas más frecuentadas por la especie. Muchas especies frecuentan más de una zona simultáneamente, pero por razones de espacio sólo se mencionan un máximo de dos o tres, que son los de mayor probabilidad de observación.

A continuación se presenta el listado de las zonas con sus nombres y respectivas coordenadas:

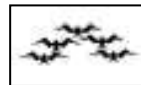
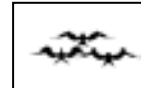
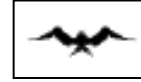
**Tabla 4.21:** Zonas Lago San Pablo

ZONAS LAGO SAN PABLO - IMBABURA			
N	NOMBRE ZONA	COORDENADA	COORDENADA
		EN X	EN Y
1	Muelle Chicapan	8075538	10023696
2	Pucará de Desaguadero	807647	10024092
3	Desaguadero - La Compañía	808228	10024361
4	La Compañía	808441	10024396
5	La Compañía - Camuendo	809196	10024139
6	Intyllan	809941	10023577
7	Cabañas del Lago	810223	10023348
8	Muelle Araque	810463	10023190
9	San Pablo del Quinde	810840	10022815
10	Itambi - Guaycopungo	810011	10021899
11	San Miguel Bajo - Puerto Lago	808218	10022125
12	Puerto Alegre - Pibarinci	807771	10022415
13	Dormidero Bubulcus	807647	10022959
14	Espejo de Agua		

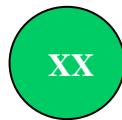
## Gregarismo

Hace referencia al grado de agrupamiento entre los individuos de una misma especie, en las zonas.

- Bajo: Generalmente se observan individuos solitarios.
- Moderado: Tienen una tendencia a formar grupos, pero éstos son de unos pocos individuos.
- Alto: Se las observa formando bandadas, en ocasiones de cientos a miles de individuos.

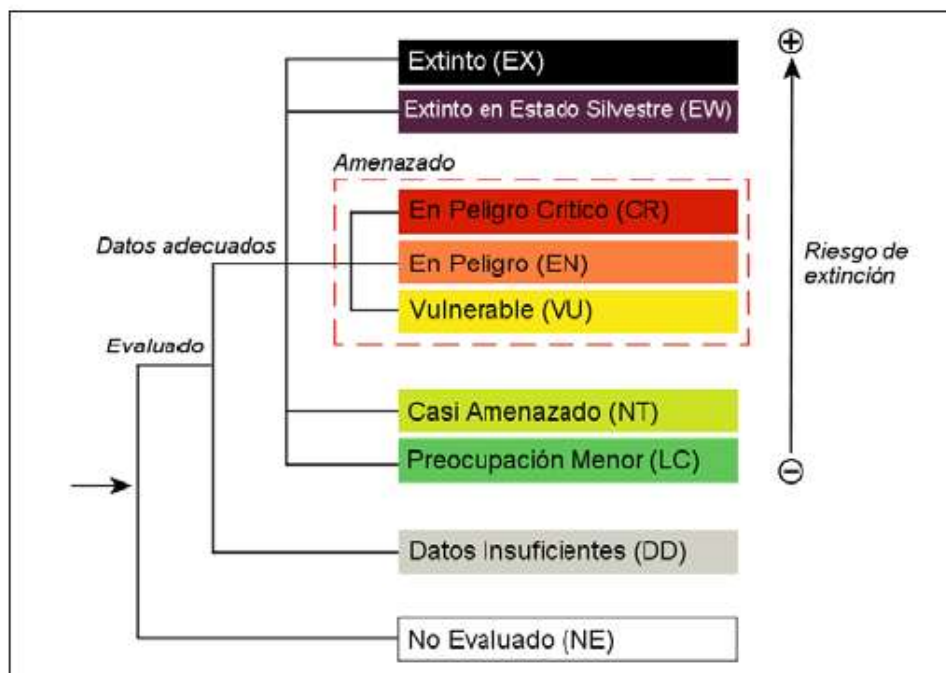


## Categoría de conservación

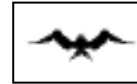


Según la UICN se determinan varias categorías de conservación de las especies:

**Gráfico 4.30:** Categorías de conservación UICN



68,5 cm



Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	Neotropical Cormorant
Cormorán Neotropical	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Se lo conoce como “pato cuervo”. Silueta muy característica, esbelta, de cuello largo y delgado, abdomen elongado, y cola larga y redondeada. Plumaje café oscuro con un brillo verde metálico en las partes superiores. Iris color esmeralda. Pico café-amarillo terminado en un gancho, al igual que parte desnuda alrededor del pico. Patas y pies negros que en vuelo no sobresalen más allá de la cola. Pies con membranas interdigitales que lo hacen apto para nadar y bucear. Su plumaje no es hidrófugo, por ende los cormoranes cuando perchan mantienen sus alas abiertas para secar su plumaje. (Ben Haase, 2011).



### Plumajes

Juveniles e inmaduros presentan partes interiores blancas (cuello y vientre) que contrastan con el plumaje café.

Adulto en cría, *negro*, algo más pardo por encima; presenta algunas filoplumas blancas desde la cabeza hasta el cuello, siendo más perceptible la mancha en forma de flecha en cada lado de la cara del cormorán.

Adulto



Juvenil



En San Pablo se observa en los meses de agosto, septiembre y noviembre (en la mañana y tarde), como máximo 2 individuos.



**Superior Izquierda:** *Phalacrocorax brasilianus* con plumaje adulto

**Superior Derecha:** *Phalacrocorax brasilianus* exhibiendo un plumaje juvenil

**Inferior Izquierda:** *Phalacrocorax brasilianus* secando su plumaje

**Inferior Derecha:** *Phalacrocorax brasilianus* iniciando su vuelo, luego de permanecer en el lago



43 cm



Ciconiiformes	Ardeidae	Striated Heron
Garcilla Estriada	<i>Butorides striatus</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Garcilla de contextura gruesa. Iris amarillo. En el pico maxila negruzca y mandíbula amarilla. Patas cortas y amarillentas, en cría anaranjadas-rojizas. Corona y cresta negras, por encima verde tiznado, cobijas del ala con filos anteados y cola negra. Lados de cabeza, cuello y pecho grises.

Por lo general con hábitos solitarios, se la puede observar perchada y mimetizada entre la totora *Schenoplectus Californicus* de las orillas del lago.



Juvenil

### Plumajes

Los adultos tienen los lados y parte posterior del cuello gris, En juveniles el color café es un poco más claro, de un tono grisáceo.

En San Pablo no es común, sin embargo, se han observado máximo dos individuos en febrero (mañana y tarde).



---

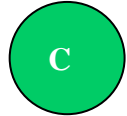
**Superior Izquierda:** *Butorides striatus*

**Superior Derecha:** *Butorides striatus* mostrando su corona esponjosa negra

**Inferior Izquierda:** *Butorides striatus* preparado para iniciar el vuelo

**Inferior Derecha:** *Butorides striatus* en vuelo

63,5 cm



Ciconiiformes	Ardeidae	Snowy Egret
Garceta Nívea	<i>Egretta thula</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Su aspecto general es de una garza pequeña, pero esbelta. Con iris amarillo, piel periocular amarilla, pico negro, largo y delgado. Patas negras y dedos amarillos. Su plumaje totalmente blanco puro, con delicadas plumas que cuelgan de su cabeza, cuello y dorso.

Por lo general se mantiene solitaria, en pequeños grupos o en compañía de otras garzas, cerca de la totora del lago. Se alimenta de peces, crustáceos y gusanos.

En el lago SP el mes con mayor registro fue enero con un máximo de 10 individuos, seguido por diciembre y febrero.





---

**Superior Izquierda:** *Egretta thula* perchada

**Superior Derecha:** *Egretta thula* en vuelo

**Medio Derecha:** *Egretta thula* en vuelo

**Inferior Izquierda:** *Egretta thula* alimentándose de peces de la zona

**Inferior Derecha:** *Egretta thula* en vuelo



Ciconiiformes	Ardeidae	Little Blue Heron
Garceta Azul	<i>Egretta caerulea</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Es una garza de silueta delgada y esbelta, de tamaño mediano. Iris amarillo, pico gris con punta negra y patas grises. Su plumaje es completamente gris azulado.

En SP se han registrado un máximo de 6 individuos en diciembre, sin embargo en menor número también fueron registradas entre 2 y 3 individuos en enero, febrero y marzo.

### Plumaje

En juvenil su plumaje es completamente blanco, a medida que inician su proceso de muda se las puede encontrar con manchas en todo su cuerpo de color gris azulado, (la mayoría de los registros realizados en SP han sido de individuos en proceso de muda).

Por lo general son observadas solitarias, en las orillas del lago alimentándose de peces.



Little Blue Heron



---

**Superior Izquierda:** *Egretta caerulea*

**Superior Derecha:** *Egretta caerulea*

**Inferior Izquierda:** *Egretta caerulea*

**Inferior Derecha:** *Egretta caerulea*

61 cm



Ciconiiformes	Ardeidae	Black-crowned Night-Heron
Garza Nocturna Coroninegra	<i>Nycticorax nycticorax</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Garza de cuerpo compacto que posee cabeza grande y cuello ancho. Pico negro robusto pero puntiagudo. Su característica más destacada es el iris de color rojo intenso, aparentemente como una adaptación a la vida nocturna. Patas largas amarillentas. La corona y espalda son negras contrastan con la parte ventral blanca, las alas y cola.

**Juvenil:** totalmente diferente al del adulto. Iris más claro que el del adulto; el plumaje es café con rayas verticales en el pecho y vientre y con puntas claras y grandes en forma de gotas en todas las coberteras de las alas. Patas y pies verde amarillentos. Al cabo de tres años se convierte en adulto y ha perdido su plumaje café moteado. Pico café con amarillo que se vuelve negro en adulto. (Ben Haase, 2011).

### Plumajes

**Adultos:** una vez que llegan a su madurez les crecen dos plumas largas blancas en la cabeza.



Adulto



Juvenil

Son poco comunes en San Pablo, sin embargo en los meses de abril, mayo y se registraron un máximo de 3 individuos.

Durante la investigación se ha logrado capturar varias imágenes de los estados de plumaje de la especie



**Superior Izquierda:** *Nycticorax nycticorax* juvenil en vuelo

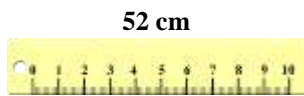
**Medio Izquierda:** *Nycticorax nycticorax* cambiando de juvenil hacia adulto

**Inferior Izquierda:** *Nycticorax nycticorax* adulto en vuelo

**Superior Derecha:** *Nycticorax nycticorax* perchado con plumaje juvenil

**Inferior Derecha:** *Nycticorax nycticorax* perchado con plumaje adulto





Ciconiiformes	Ardeidae	Cattle Egret
Garceta Bueyera	<i>Bubulcus ibis</i>	

E F M A M J J A S O N D

### Descripción

Garza de tamaño mediano con pico, cuello y patas largas. No presenta dimorfismo sexual. Iris y pico amarillos, patas grises. Su plumaje es totalmente blanco, con una postura normalmente encorvada.



En época de reproductiva aparecen por lo general plumas de color anaranjado en la corona y pecho, además el color del pico y patas se intensifica.



En juvenil muy parecido al adulto, simplemente su iris amarillo es menos intenso y el pico y tarsos son grises oscuras

Se la conoce como la garza bueyera por encontrarse normalmente acompañando al ganado, en busca de alimentos en los terrenos cercanos.

Son comunes, residentes en el lago San Pablo, se las puede encontrar todo el año en cualquier momento de día, sin embargo en las horas de la tarde – noche se puede observar una cantidad increíble de *Bubulcus ibis* (número máximo registrado: 4000 individuos) ya que la totora *Schenoplectus Californicus*, constituye el lugar preferencial de esta especie para su dormitorio.

A continuación se presenta un ciclo de fotografías que se han logrado capturar en los diferentes humedales de Imbabura, donde se muestra el ciclo de la especie, al igual que sus estadios.



**Superior Izquierda:** huevos de *Bubulcus ibis*

**Superior Derecha:** polluelo de *Bubulcus ibis*

**Medio Izquierda:** polluelo de *Bubulcus ibis*

**Inferior Izquierda:** juvenil de *Bubulcus ibis*

**Inferior Derecha:** *Bubulcus ibis* adulta, con plumaje reproductivo



**Superior Izquierda:** *Bubulcus ibis* iniciando vuelo

**Superior Medio:** *Bubulcus ibis* con material para la construcción del nido

**Superior Derecha:** *Bubulcus ibis* con plumaje de estado reproductivo

**Inferior Izquierda:** *Bubulcus ibis* con material para la construcción del nido

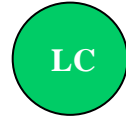
**Medio Derecha:** *Bubulcus ibis* en el dormidero del Lago San Pablo

**Inferior Izquierda:** juvenil de *Bubulcus ibis*

**Inferior Medio:** adulto de *Bubulcus ibis*

**Inferior Derecha:** *Bubulcus ibis* adulta, con plumaje reproductivo

99 cm



Ciconiiformes	Ardeidae	Great Egret
Garceta Grande	<i>Ardea alba</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Es la más grande de las garzas de plumaje blanco, presenta un cuello largo que toma una forma de “S”. Iris y pico amarillos, con patas negras. Su plumaje uniformemente blanco.

Se la observada solitaria y alimentándose de peces o anfibios. Vuela muy despacio y con aleteos lentos y profundos (Soria – Valarezo 2012).

Generalmente silenciosa, pero emite un grave y gutural “ahhrrr”, especialmente justo después de ser espantada o al huir volando. (Ridgely – Greenfield 2006).

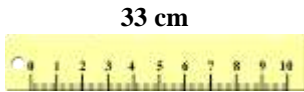


Se la encuentra en pantanos, a lo largo de los ríos, en las orillas de los depósitos y cursos de agua dulce, salobre y salada. En San Pablo no es tan común, sin embargo se han registrado hasta 6 individuos en abril.



---

**Superior Izquierda:** *Ardea alba* perchada  
**Superior Derecha:** *Ardea alba* perchada  
**Medio:** *Ardea alba* en vuelo  
**Inferior:** *Ardea alba* en vuelo



Podicipediformes	Podicipedidae	Pied-billed Grebe
Zambullidor Piquipinto	Podilymbus podiceps	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Este zambullidor presenta iris pardusco, con anillo orbital blanco, pico de color blanco con banda subterminal negra transversal durante la época reproductiva. Su plumaje es café grisáceo, con garganta más oscura; lados de cabeza grises.

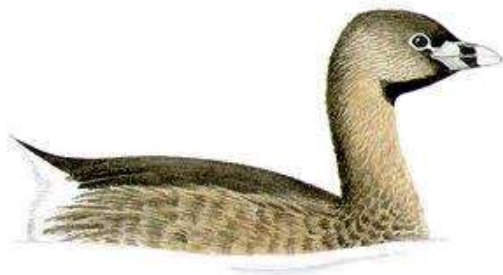
En juveniles más bien pardo-canela y garganta blanquinosa. Individuos muy jóvenes presentan pico rosáceo y en el plumaje retienen algunas vetas blanquinosas en la cabeza y cuello.

Se los observa mayormente nadando, se zambullen en busca de alimento al igual que cuando un ruido los perturba.



En San Pablo están presentes todo el año, es más fácil observarlos cerca de los totorales o en lugares con acumulación de algas.

Se han registrado hasta 24 individuos en un día de monitoreo.





---

**Superior Izquierda:** polluelo de *Podilymbus podiceps*

**Superior Medio:** polluelo de *Podilymbus podiceps*

**Superior Derecha:** *Podilymbus podiceps* adulto

**Izquierdo Medio:** *Podilymbus podiceps*

**Derecho Medio:** *Podilymbus podiceps*

**Inferior:** grupo de *Podilymbus podiceps*

43 cm



Anseriformes	Anatidae	Andean Teal
Cerceta Andina	<i>Anas andium</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

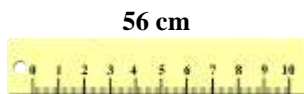
Ave común en lagos y lagunas de páramo. Es más pequeña que el Ánade Piquiamarillo. Pico color gris. Su plumaje presenta un color matizado entre café y negro, siendo la cabeza más oscura. Las alas tienen un brillo verdoso metalizado. Macho y hembra son similares.

En San Pablo se la puede observar entre los meses abril, mayo, junio y agosto, se mimetizan entre las grandes bandadas de *Anas georgica*. En el mejor de los casos se han registrado 2 individuos.

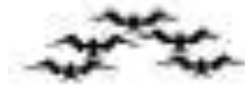


©Mike Danzenbaker





56 cm



Anseriformes	Anatidae	Yellow-billed Pintail
Ánade Piquiamarillo	<i>Anas georgica</i>	

E F M A M J J A S O N D

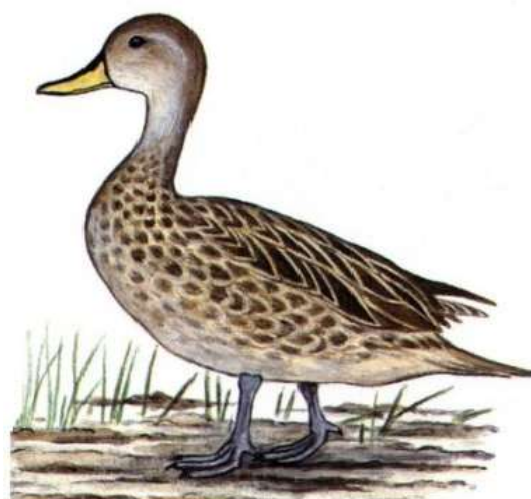
### Descripción

Este pato es una especie propia de las lagunas altoandinas y habita en menor número en los humedales de los valles centrales e interandinos.

La mayor característica es su llamativo pico amarillo brillante, con punta plomiza y culmen negro. Sus patas son grises.

Es un pato de color pardo amarillento con plumas más oscuras en la espalda y los lados, la garganta es más clara. Con cola larga y puntiaguda.

Al volar se observa fácilmente las rayas negras en sus alas.



En San Pablo están presentes todo el año, en grandes bandadas que se las observa en vuelo o descansando en las orillas del lago. El mayor registro fue en septiembre a una bandada de 734 individuos.

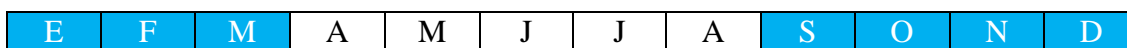


---

**Superior Izquierda:** *Anas georgica* en el espejo de agua  
**Superior Derecha:** *Anas georgica* inicia vuelo  
**Izquierdo Medio:** *Anas georgica* en vuelo  
**Derecho Medio:** *Anas georgica* con sus polluelos en el espejo de agua  
**Inferior:** grupo de *Anas geórgica* en vuelo



Anseriformes	Anatidae	Blue-winged Teal
Cerceta Aliazul	<i>Anas discors</i>	

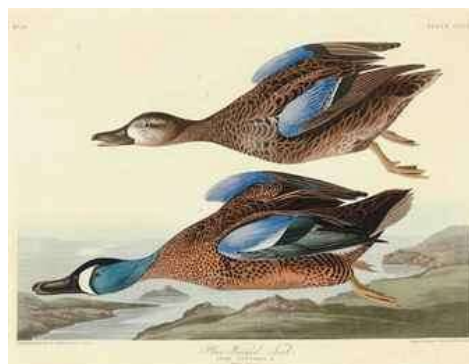


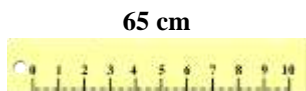
### Descripción

Pato más pequeño que *Anas geórgica*. Presenta dimorfismo sexual, el macho posee cabeza gris azulada con una marca en forma de media luna color blanco. Pico gris.

Se han registrado en enero a marzo y de septiembre a diciembre. Estos patos por lo general son observados entre las bandadas de *Anas georgica*. Con un registro máximo de 59 individuos.

El resto del cuerpo es café claro, con una mancha blanca en la base de la cola. En vuelo se observa una banda azul pálido en las alas. La hembra tiene plumaje similar son las marcas blancas del macho.





Anseriformes	Anatidae	Nothorn Pintail
Ánade Rabudo	<i>Anas acuta</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Macho: iris marrón, pico grisáceo claro. Cabeza y garganta de color pardo, con una lista blanca conspicua que va desde la nuca hacia el cuello (aumentando su grosor al unirse con el pecho).

Dorso gris cenizo, cola erguida, larga puntiaguda muy característica de color negruzco; crism negro con parte del vientre bajo blanquecino; abdomen, pecho y cuello blancos.

Comparación con especies semejantes (presentes en el área): Es la única especie con ese patrón de plumaje.

En San Pablo la observación y registro fue realizado el 28 de junio del 2012, se lo observó entre una bandada grande de *Anas georgica*, especie que no se encuentra en el libro de Aves del Ecuador y tampoco en la base de datos del SACC para el país.

Esta información se compartió en la página:

<https://www.facebook.com/#!/pages/AVES-Imbabura/338378002903396> y en el foro de Aves del Ecuador donde se contó con los aportes de varios ornitólogos nacionales y extranjeros: Blg. Tatiana Santander (Aves y Conservación), Blg. José María Loiza (Fundación Altrópico), Roger Ahlman (Investigador Independiente), Galo Buitrón (Laboratorio de Biología de Organismos, Centro de Ecología - Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas), Robert Ridgely y Paul Greenfield (Autores del Libro Aves del Ecuador), que confirmaban y felicitaron por el registro.

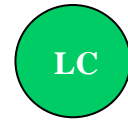


**Superior Izquierda:** *Anas acuta* iniciando vuelo

**Superior Derecha:** *Anas acuta*

**Inferior:** *Anas acuta* entre *Anas georgica*

43 cm



Anseriformes	Anatidae	Lesser Scaup
Porrón Menor	<i>Aythya affinis</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

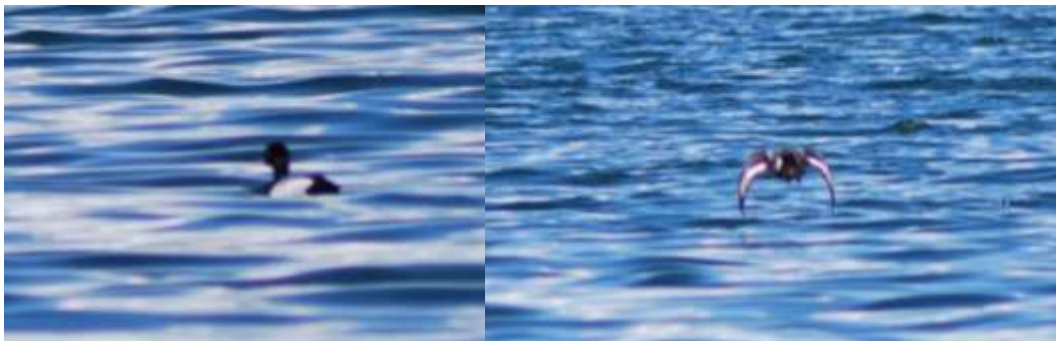
Ave de cuerpo robusto, iris color amarillo, pico gris claro. Con la totalidad de la cabeza, cuello y pecho negro al igual que la parte posterior del cuerpo, rabadilla y cola negras. El dorso más claro grisáceo mientras que parte de las alas y el vientre blanco. Al volar presenta una banda conspicua blanca en el borde de las alas.

Este constituye uno de los principales registros en el lago San Pablo, ya que esta especie de acuerdo al libro Aves del Ecuador 2006 se lo considera como Divagante Accidental del invierno boreal. El último registro fue en 1920 en lo que hoy es el Parque de la Carolina en Quito. Razón por la cual

este registro de enero 2011 (macho) y de febrero del 2012 constituyen un gran hallazgo para la ornitología ecuatoriana. Las dos observaciones fueron reportadas al grupo CERO (Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos).

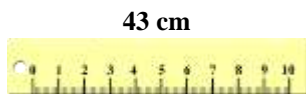
El macho durante la observación se mostró cauteloso y esquivo, nadando en el espejo de agua lejos de la orilla junto a *Anas georgica*. En cuanto nos tratamos de acercar salió volando, mientras que la hembra se mostró tranquila, que incluso varios ornitólogos nacionales y extranjeros pudieron observarla y fotografiarla.





---

**Superior:** *Aythya affinis hembra*  
**Medio:** *Aythya affinis hembra*  
**Inferior Izquierdo:** *Aythya affinis macho*  
**Inferior Derecho:** *Aythya affinis macho en vuelo*



43 cm



Anseriformes	Anatidae	Andean Ruddy-Duck
Pato Rojizo Andino	<i>Oxyura ferruginea</i>	



## Descripción

Usualmente nada en grupos pequeños en aguas abiertas, a menudo en lagos con amplias zonas de vegetación, donde hacen sus nidos.

Presenta dimorfismo sexual. El macho tiene pico de color celeste llamativo (en época de reproducción), fuera de cría menos lucido. El plumaje rojizo; cabeza, cuello y cola son negros. La hembra es de color pardo, su pico es gris.

Ambos suelen elevar la cola mientras nadan.



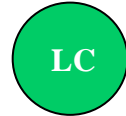
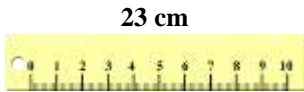
En el lago SP están presentes todo el año, durante el tiempo de investigación se ha podido observar que por lo general se encuentran conformados en grupos grandes o familiares: macho, hembra, polluelos (mínimo 4 hasta 8).





---

**Superior:** *Oxyura ferruginea* macho y hembra  
**Medio Izquierda:** *Oxyura ferruginea* hembra con polluelo  
**Medio Derecha:** *Oxyura ferruginea* macho  
**Inferior Izquierdo:** *Oxyura ferruginea* polluelos  
**Inferior Derecho:** grupo de *Oxyura ferruginea*



Gruiformes	Rallidae	Sora
Sora	<i>Porzana carolina</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Es un ave bastante pequeña, con iris es rojizo, pico grueso amarillo y las patas lucen un color amarillo-oliváceo apagado. Con cara negra contrastante con su pico. Los lados de la cabeza, cuello y pecho gris pizarra.



Los adultos muestran café por encima con manchas negras y rayitas blancas finas en el manto. El abdomen es blanco. Los flancos muestran un barreteado café y blanco.

En juveniles muestran poco o nada de negro en la cara, garganta blanquinosa y barras de flancos más pardas.

Se han registrado en San Pablo durante los meses de febrero y marzo. Durante el monitoreo se han realizado rescates de aves con síntomas de agotamiento físico (por las largas distancias de vuelo) e hipotermia, misma que después de un tratamiento adecuado fue llevada al lugar de encuentro para ser liberada.

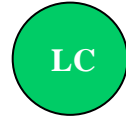
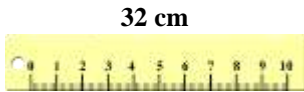


**Superior Izquierda:** *Porzana carolina*

**Superior Derecha:** *Porzana carolina*

**Inferior Izquierdo:** *Porzana carolina*

**Inferior Derecho:** *Porzana carolina*



Gruiformes	Rallidae	Purple Gallinule
Gallareta Púrpura	Porphyryla martinica	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Gallareta inconfundible por su hermoso plumaje. Con pico rojo y amarillo, tiene un escudo frontal azul pálido y la parte inferior blanca. Patas amarillas.

En adulto su de cabeza, cuello y parte inferior azulvioleta con un verde-bronceado en la parte posterior

Los juveniles son castaños en lugar de púrpura, sus alas con un matiz siempre celestes.

La dieta es omnívora, incluye una variedad de plantas y materia animal, incluso semillas, hojas y frutas de plantas acuáticas y terrestres, así como insectos, ranas, caracoles, arañas, gusanos de tierra y peces.



Purple Gallinule

La observación de esta ave se vuelve un reto pues es muy huidiza, se mantiene semi-oculta entre la totora, mientras busca su alimento.

En San Pablo fueron observadas durante los meses de: enero, febrero, marzo y junio. Siendo 4 individuos el mayor registro realizado.



---

**Superior Izquierda:** *Porphyryla martinica* juvenil

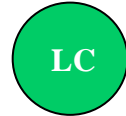
**Superior Derecha:** *Porphyryla martinica* juvenil

**Medio Izquierda:** *Porphyryla martinica*

**Inferior Izquierdo:** *Porphyryla martinica*

**Inferior Derecho:** *Porphyryla martinica*

35,5 cm



Gruiformes	Rallidae	Common Gallinule
Gallareta Común	Gallinule chloropus	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Ave de tamaño mediano; delgada de apariencia menuda; cuyo nado se caracteriza por presentar un ligero cabeceo a manera de balanceo de atrás hacia adelante.

Presenta una placa frontal y pico rojo con la punta amarilla, patas amarillentas-oliváceas con una mancha roja en las rodillas.

Su plumaje en general es de color gris pizarra, con la cabeza y cuello más oscuros; el dorso y las alas son gris-pizarroso más claro, con conspicua rayas blancas en los flancos de las alas y a los lados de la cola; crismus níveo.



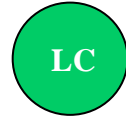
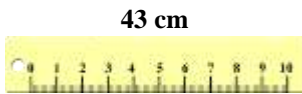
Los individuos jóvenes son más pálidos y con escudo facial deslucido.

En San Pablo pueden ser observadas todo el año. Presentando mayor abundancia en los meses de julio, agosto y septiembre.



---

**Superior Izquierda:** *Gallinula chloropus* juvenil  
**Superior Derecha:** *Gallinula chloropus* en el espejo de agua  
**Inferior Izquierdo:** *Gallinula chloropus*  
**Medio Derecha:** *Gallinula chloropus*  
**Inferior Derecho:** *Gallinula chloropus*



Gruiformes	Rallidae	Andean Coot
Focha Andina	<i>Fulica ardesiaca</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Presenta iris de color rojo, existen tres morfos principales: pico y placa frontal blanca, pico blanco y placa frontal amarilla, pico amarillo con placa frontal roja.

En cuanto al plumaje son negras en su totalidad, con alas cortas y redondeadas, tienen los dedos de los pies con lobulados, las patas son de tipo semipalmadas con una coloración entre amarilla, verde y plateada

Cuando polluelo, con pico rojo plumaje gris, en la cabeza pequeñas coloraciones ente rojas – naranjas. Juvenil con pico gris, plumaje gris-pardo, cara, cuello y pecho más claros.



Esta especie es muy común y abundante en San Pablo, se la puede observar todo el año, el mes con más individuos registrados fue de octubre con 744.

Durante el tiempo de investigación se ha logrado capturar en fotografías el ciclo de la especie.





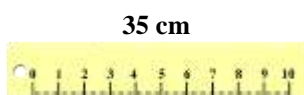
---

Ciclo vital *Fulica ardesiaca*



---

**Superior Izquierda:** *Fulica ardesiaca*  
**Superior Media:** *Fulica ardesiaca* alimentándose de peces  
**Superior Derecha:** *Fulica ardesiaca* caminando sobre el agua  
**Medio:** *Fulica ardesiaca* alimentando a polluelo  
**Inferior Izquierdo:** *Fulica ardesiaca*  
**Inferior Derecho:** *Fulica ardesiaca*



Charadriiformes	Charadriidae	Southern Lapwing
Avefría Sureña	<i>Vanellus chilensis</i>	

E F M A M J J A S O N D

## Descripción

Su aspecto general es el de un ave pequeña, con una presencia elegante y estilizada.

Pico corto de color rosado y en la punta negro. Las patas son largas y finas, de color rosado.

En su mayoría color gris, con frente y barbilla negra, antecara blanca, con una cresta larga, fina y negra que sale desde la corona, occipucio gris. Espalda y la mayor parte de las alas, su pecho son negros, vientre blanco, también presenta pequeñas tonalidades pardas, verdes y bronceadas en la zona del hombro. En vuelo se puede observar claramente que la cola es de tamaño medio y de color negro, la rabadilla es blanca. En cuanto a las alas en las remeras presenta un color negro, con una cobija primaria blanca.

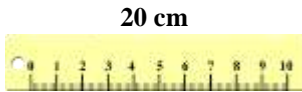


Durante la investigación se la observo casi todo el año, a excepción del mes de agosto. El mes con mayor registro fue mayo con 14 individuos.



---

**Superior Izquierda:** *Vanellus chilensis*  
**Superior Media:** *Vanellus chilensis*  
**Superior Derecha:** *Vanellus chilensis*  
**Medio:** *Vanellus chilensis* en vuelo  
**Inferior Izquierdo:** *Vanellus chilensis*  
**Inferior Derecho:** *Vanellus chilensis*



Charadriiformes	Scolopacidae	Sanderling
Playero Arenero	<i>Calidris alba</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Ave de contextura gruesa. Con pico y patas cortas de color negro. En si es bastante pálido en general, casi blanco a excepción de un parche oscuro en el hombro.



Sanderling

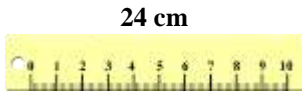
En juvenil es de color negro y blanco de lentejuelas y muestran un contraste mucho más que el del adulto.

En el Lago San Pablo, fueron observados por el Sr. Pablo Echeverría persona de la comunidad, que registró 3 individuos de esta especie en el denominado Muelle Chicapam



---

**Superior Izquierda:** *Calidris alba* en bota  
**Superior Derecha:** *Calidris alba*  
**Inferior Izquierda:** *Calidris alba* en el muelle Chicapam  
**Inferior Derecha:** *Calidris alba* en grupo



Charadriiformes	Scolopacidae	Wilson's Phalarope
Falaropo Tricolor	<i>Phalaropus tricolor</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Migratorio boreal, común en las lagunas del litoral.

Con pico mediano, delgado de color negro similar a una aguja. Con patas largas amarillas.

La mayoría de su plumaje gris claro, no presenta marcaciones definidas, presenta un parche auricular fuliginoso, por debajo completamente blanca.

En el lago San Pablo en febrero del 2001 fueron registrados 4 individuos, presentado un comportamiento huidizo.





---

**Superior:** *Phalaropus tricolor*  
**Medio:** *Phalaropus tricolor*  
**Inferior:** *Phalaropus tricolor*





Charadriiformes	Scolopacidae	Spotted Sandpiiper
Andarríos Coleador	<i>Actitis macularia</i>	



### Descripción

Ave playera migratoria boreal, de pequeño tamaño, y postura horizontal, medianamente esbelta. Iris oscuro, pico de mediano a corto amarillento con la punta negruzca, varía el color haciéndose más grisáceo en época no reproductiva, patas cortas amarillo claro.

Plumaje pardo uniforme desde la cabeza hasta la cola, con una notable marca blanca en el hombro. Presenta superciliar blanca y una delgada línea negra postocular. Por debajo es de color blanco uniforme.



En época reproductiva es más llamativa, presenta lunares de color pardo grisáceos extendidos por debajo. Se caracteriza por el movimiento constante de su cola corta.

En San Pablo se la puede observar desde agosto hasta abril.



---

**Superior:** *Actitis macularia*  
**Medio:** *Actitis macularia*  
**Inferior:** *Actitis macularía*



Charadriiformes	Scolopacidae	Greater Yellowlegs
Patiamarillo Mayor	<i>Tringa melanoleuca</i>	



### Descripción

Migratoria boreal de tamaño mediano, muy esbelta con postura relativamente horizontal. Iris café oscuro, pico grisáceo, largo y delgado ligeramente curvado hacia arriba, patas largas de color amarillo intenso.

Debajo presenta barbilla blanca, cuello y pecho blanco listado de marcas pardas. El resto del cuerpo blanco.

En época reproductiva se observa marcas más oscuras y definidas.

En San Pablo noviembre fue el mes con más registros.

Por arriba gris parduzco combinado con marcas blancas, cola corta, que en vuelo se puede ver el blanco distintivo de su rabadilla. Alas medianas marcadas también con dichos colores.





---

**Superior Izquierdo:** *Tringa melanoleuca*  
**Superior Derecho:** *Tringa melanoleuca*  
**Medio:** grupo de *Tringa melanoleuca*  
**Inferior:** *Tringa melanoleuca*



Charadriiformes	Scolopacidae	Lesser Yellowlegs
Patiamarillo Menor	<i>Tringa flavipes</i>	



## Descripción

Migratoria boreal muy parecida a *T. melanoleuca*, se diferencia por ser proporcionalmente de menor tamaño, más menuda, pico más oscuro relativamente más corto y sin curvatura, Iris café oscuro. Patas largas de color amarillo intenso.

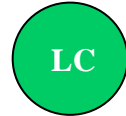
Cabeza, cuello hasta pecho listados con color pardo, lo demás blanco puro. Espalda presenta una combinación de marcas gris parduzco con blanco Alas igualmente medianas.

En vuelo se nota su rabadilla blanca, pero en general de color pardo más claro que *T. melanoleuca*.

El mayor registro en San Pablo fue de 14 especies en el mes de febrero.



48 cm



Charadriiformes	Laridae	Andean Gull
Gaviota Andina	<i>Larus serranus</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Descripción

Ave común en los lagos en páramos. Pico negro y patas de color rojo marrón oscuro.

Tienen la cabeza blanca, con algunas manchas oscuras postocular. Cuello blanco y dorso grisáceo. Pecho, abdomen y cola blanca con el extremo oscuro.

Los adultos reproductores, tienen la cabeza negra y un semicírculo blanco en el ojo

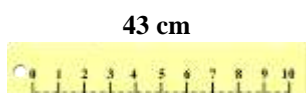
En juveniles con cuerpo de color café grisáceo claro, pecho y abdomen de color blanco parduzco. Cola con banda subterminal negra

En San Pablo se han registrado en el mes de enero y febrero, con un máximo de 2 especies.



---

**Superior Izquierdo:** *Larus serranus*  
**Superior Derecho:** *Larus serranus*



Charadriiformes	Laridae	Laughing Gull
Gaviota Reidora	<i>Larus atricilla</i>	

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

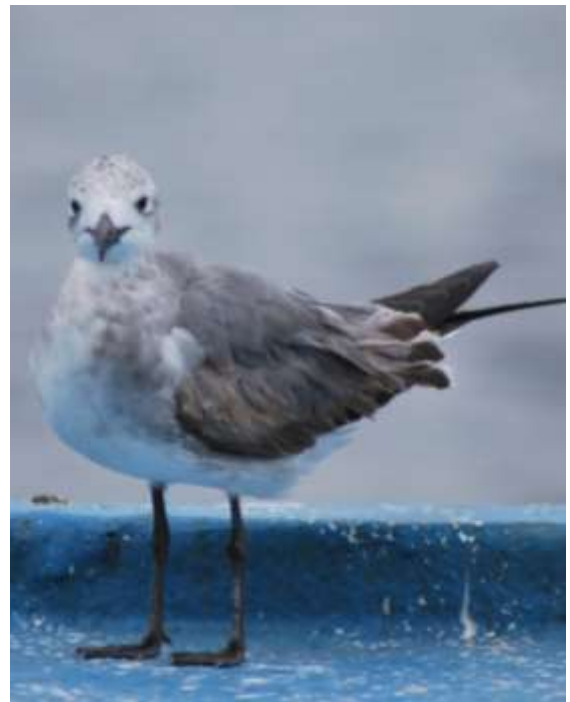
### Descripción

Pico y patas negras. Luce cabeza y parte inferior blancas con teñido o moteado grispardusco alrededor del ojo y en la nuca.

Presenta manto plumizo, por debajo completamente blanca.

En San Pablo se han registrado hasta un máximo de 6 individuos en el mes de octubre del 2011





---

**Superior Izquierdo:** *Larus atricilla*

**Superior Derecho:** *Larus atricilla*

**Medio:** *Larus atricilla*

**Inferior Izquierda:** *Larus atricilla*

**Inferior Derecha:** *Larus atricilla*

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- El Lago San Pablo, considerado como un ícono cultural y natural por los imbabureños; sufre un sin número de presiones antrópicas que aceleran su nivel de eutrofización al igual que generan la pérdida de hábitats importantes para el desarrollo de la avifauna acuática.
- En el lago San Pablo se registraron 28 especies de aves acuáticas, los meses de enero, febrero, marzo, septiembre y octubre constituyen los meses con más diversidad de especies, el mes con menor diversidad de especies es junio. En el 2011 en San Pablo fueron registrados un promedio anual de 1232 individuos; los tres meses con mayor registro de individuos fueron: septiembre con 1611, julio con 1550, y junio con 1451.
- Las especies más abundantes en el 2001 fueron: *Fulica ardesica* con 601 individuos, *Anas gerogica* con 380 registros, *Bubulcus ibis* con 53 registros y *Oxyura ferruginea* con 51 registros.
- En base a los datos obtenidos en el plan de monitoreo, se ha determinado el registro de 11 especies migratorias boreales tales como: *Egretta caerulea*, *Anas discors*, *Anas acuta*, *Aythya affinis*, *Porzana carolina*, *Calidris alba*, *Phalaropus tricolor*, *Actitis macularia*, *Tringa melanoleuca*, *Tringa flavipes*, *Larus atricilla*, que dependen del refugio y alimento que les brinda el lago San Pablo.
- San Pablo es considerado un sitio idóneo para desarrollar el aviturismo (aves acuáticas) por la facilidad para observar, la cercanía, las condiciones climáticas, entre otras. Contar con los registros importantes de aves acuáticas: *Aythya affinis*, *Limnodromus scolopaceus* y *Anas acuta*. Hacen que San

Pablo sea considerado como un sitio estratégico para observar aves residentes y migratorias, siendo este humedal de interés tanto para aficionados a la observación de aves como para ornitólogos nacionales y extranjeros

- Las zonas con prioridad alta o prioridad 1 de conservación son: Muelle Chicapan (z 1), Pucará de Desaguadero (z 2), La Compañía – Camuendo (z 5), Muelle Araque (z 8), Itambi – Guaycopungo (z 10), San Miguel Bajo – Puerto Lago (z 11) y Puerto Alegre – Pibarinci (z 12).
- Las zonas de prioridad media es decir prioridad 2 son: Desaguadero – La Compañía (z 3), Intyllan (z 6), San Pablo el Quinde (z 9), Dormidero Bubulcus (z13) y Espejo de Agua (z 14).
- Mientras que las zonas de prioridad baja es decir “3” son: La Compañía (z 4) y Cabañas del Lago (z 7)
- Con el Índice de Simpson, se concluye que el lago San Pablo presenta una diversidad alta ( $0,66 = 68, 75\%$ ), misma que corrobora con los datos obtenidos en el CNAA que ubica a San Pablo como uno de los sistemas lacustres altoandinos más importantes del país, además que en el lago se registró la presencia de varias especies de singular importancia para el País.
- La Propuesta de Zonificación Ecológica del lago San Pablo servirá como estrategia de conservación in-situ de la avifauna acuática residente y migratoria del lago. Permitiendo así proteger sitios prioritarios e importantes para el desarrollo, refugio y alimento de las aves acuáticas del lago.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- La conservación, manejo y protección de aves acuáticas del lago San Pablo requiere del entendimiento más profundo de dinámica poblacional de la avifauna, por lo que es importante continuar con el programa de monitoreo de aves acuáticas ya que esto permitirá contar con una base de datos periódica y el análisis de los patrones de distribución espacial y temporal de la avifauna en los posteriores años; para de esta manera contar con datos permanentes que sustenten la importancia de considerar el componente biodiversidad este caso avifaunístico en la toma de decisiones en el manejo de la lago.
- Promover el aviturismo comunitario en el lago, como una forma de desarrollo sustentable que permita regular el turismo, coordinar acciones de protección y generar beneficios económicos a los pobladores.
- Se recomienda realizar cursos y talleres de capacitación técnicas sobre las aves, su monitoreo y censos; dirigido a personas e instituciones que tengan interés por la observación de aves y puedan convertirse en apoyo local para los monitoreos mensuales.
- En próximas investigaciones considerar como factor en la dinámica poblacional de la avifauna acuática el incremento de la vegetación riparia presente en el Lago.
- Finalmente la perturbación antrópica generada en las orillas del Lago San Pablo, en especial la contaminación con desechos sólidos y aguas servidas traer consigo un gran impacto, no solo para las aves acuáticas encontradas en esta área, sino para el resto de la fauna y flora. Por este motivo, se recomienda emprender programas de educación ambiental a las poblaciones que dependen directa e indirectamente del humedal.

## RESUMEN

San Pablo es un lago de alta montaña que se encuentra en la parte norte de los Andes ecuatorianos, cerca de Otavalo en la provincia de Imbabura a 2 660 msnm. Tiene una superficie de 670 ha, presenta una forma casi circular. Los aportes de agua provienen principalmente de riachuelos de montaña, siendo su principal afluente el Río Itambi y el principal afluente el río Peguche que da origen a la cascada de Peguche.

Las orillas del lago albergan varias comunidades en su mayoría indígenas, pertenecientes a las Parroquias de: San Pablo, Eugenio Espejo, San Rafael y González Suarez.

El lago se encuentra en proceso natural de eutrofización mismo que se agudiza con la emisión directa e indirecta de desechos sólidos y aguas residuales, la agricultura intensiva, agroindustria basada en el uso de pesticidas y fungicidas, al igual que la crianza de ganado; estas actividades generan un impacto de deterioro al lago, poniendo en riesgo el hábitat de las aves acuáticas tanto residente como migratorias.

La presente investigación forma parte a nivel regional del Censo Neotropical de Aves Acuáticas (Aves y Conservación – BirdLife Ecuador) y en la provincia del Plan de Monitoreo de la Avifauna Acuática en los principales humedales de (Gobierno Provincial de Imbabura).

Como resultado de la investigación del lago San Pablo se registraron 28 especies de aves acuáticas, los meses de enero, febrero, marzo, septiembre y octubre constituyen los meses con más diversidad de especies. En el 2011 en San Pablo fueron registrados 1232 individuos; los tres meses con mayor registro de individuos (registrados) fueron: septiembre, julio, y junio.

Las especies más abundantes en el 2001 fueron: *Fulica ardesica*, *Anas gerogica*, *Bubulcus ibis* y *Oxyura ferruginea*.

También se determinó 11 especies migratorias boreales tales como: *Egretta caerulea*, *Anas discors*, *Anas acuta*, *Aythya affinis*, *Porzana carolina*, *Calidris alba*, *Phalaropus tricolor*, *Actitis macularia*, *Tringa melanoleuca*, *Tringa flavipes*, *Larus atricilla*, que dependen del refugio y alimento que les brinda el lago San Pablo.

Al igual que dentro del Plan de Monitoreo Provincial continuo, en el 2012 se contó con 3 nuevos registros de gran importancia para la provincia y el país. Los registros fueron: *Aythya affinis*, *Limnodromus scolopaceus* y *Anas acuta*.

En base a los patrones de distribución temporal y espacial de la avifauna acuática de lago San Pablo, se logró determinar las zonas y sus prioridades de conservación, por lo que:

Las zonas con prioridad alta o prioridad 1 de conservación son: Muelle Chicapan (z 1), Pucará de Desaguadero (z 2), La Compañía – Camuendo (z 5), Muelle Araque (z 8), Itambi – Guaycopungo (z 10), San Miguel Bajo – Puerto Lago (z 11) y Puerto Alegre – Pibarinci (z 12).

Las zonas consideradas de prioridad media es decir prioridad 2 son: Desaguadero – La Compañía (z 3), Intyllan (z 6), San Pablo el Quinde (z 9), Dormidero Bubulcus (z 13) y Espejo de Agua (z 14).

Mientras que las zonas de prioridad baja es decir “3” son: La Compañía (z 4) y Cabañas del Lago (z7).

En base a los datos obtenidos, se realizó el mapa de zonificación ecológica, insumo necesario para la propuesta.

La Propuesta de Zonificación Ecológica del lago San Pablo servirá como estrategia de conservación in-situ de la avifauna acuática residente y migratoria del lago. Permitiendo así proteger sitios prioritarios e importantes para el desarrollo, refugio y alimento de las aves acuáticas del lago.

## SUMMARY

San Pablo is a high mountain lake. It is located in the northern part of the Ecuadorian Andes near from Otavalo, in Imbabura province. It is 2660 meters over the sea. San Pablo's lake area is 670 ha, and its shape is nearly circular. The water contribution mainly came from mountain streams. Its main tributary is Itambi River and the main effluent is Peguche River which originates Peguche waterfall.

In the San Pablo's lake riverbank there are many indigenous communities, mostly belonging to the parishes of San Pablo, Eugenio Espejo, San Rafael and González Suárez.

Nowadays the lake is in the natural process of eutrophication which is sharpened by the direct and indirect emissions of solid waste and wastewater. The intensive agriculture and the agribusiness based on the use of pesticides and fungicides, as well as raising livestock, are activities that generate impact and deterioration of the lake. These activities are risking the habitat of resident and migratory waterfowl.

This research is part of a regional Neotropical Waterfowl Census (Birds and Conservation - BirdLife Ecuador), as well as Imbabura (Provincial Government of Imbabura) in which monitoring is performed.

As a result of the investigation in San Pablo Lake there are 28 species of waterfowl. The months of January, February, March, September and October are the months with more diversity. In 2011, there were recorded an annual average of 1232 individuals. The three months with the highest record of individuals were August, July and June.

The most abundant species in 2001 were *Fulica ardesica*, *Anas geronca*, *Bubulcus ibis* and *Oxyura ferruginea*. There are also identified 11 migratory species such as boreal *Egretta caerulea*, *discors Anas*, *Anas acuta*, *Aythya affinis*, *Porzana carolina*, *Calidris alba*, *Phalaropus tricolor*, *Actitis macularia*, *Tringa*

*melanoleuca, Tringa flavipes, Larus atricilla*, depending on the shelter and food given by San Pablo Lake.

In the permanent provincial monitoring plan made along 2012, there were 3 new records of great importance for the province and the country. The records were *Aythya affinis, Anas acuta* and *Scolopaceusis Limnodromus*

Based on the patterns of temporal and spatial distribution of aquatic birds of Lake San Pablo, it was determined areas and conservation priorities, so that: The high-priority areas or conservation priority 1 are: Pier Chicapan (z 1), Pucara Desaguadero (z 2), The Company - Camuendo (z 5), Pier Araque (z 8), Itambi - Guaycopungo (z 10) , San Miguel Bajo - Puerto Lago (z 11) and Porto Alegre - Pibarinci (z 12).

The areas considered medium priority is priority 2 are: Desaguadero - The Company (z 3), Intyllan (z 6), St. Paul the Quinde (z 9), Dormidero Bubulcus (z 13) and Water Mirror (z 14).

While low-priority areas is priority 3 are: The Company (z 4) and Cabañas del Lago (z7).

Based on the data obtained, we performed the ecological zoning map, a necessary ingredient for the proposal.

The Ecological Zoning Proposal Lake San Pablo strategy will serve as in-situ conservation of migratory waterbirds and lake resident. Allowing protect important priority sites for development, shelter and food for waterfowl lake.



## BIBLIOGRAFÍA

- AVES ARGENTINAS: Observación de aves en libertad
- AVES Y CONSERVACIÓN. (2006): Reporte Final Aves Acuáticas del Ecuador.
- AVES Y CONSERVACIÓN, (2007): Observación de Aves Acuáticas Identificación e Importancia de los humedales en Imbabura.
- BERLANGA, H. (2006): Técnicas para el Monitoreo de Aves. Veracruz, México. En: <http://www.conabio.gob.mx/>
- BLANCO, D: Los Humedales como Hábitat de Aves Acuáticas. Humedales Internacional-Américas. En: e-mail: [dblanco@wamani.apc.org](mailto:dblanco@wamani.apc.org)
- BRIONES, E. E., FLACHIER, A., GÓMEZ, J., TIRIRA, D., MEDINA, H., JARAMILLO, I. Y CHIRIBOGA, C. (1997): Inventario de los Humedales del Ecuador Primera parte: humedales de las Provincias de Esmeraldas y Manabí. Quito, Ecuador.
- CAMPAÑA, E. Y NARANJO, C. (1989): Estudio de las aguas del lago San Pablo y su deterioro por la falta de Educación Agrícola.
- CAÑADAS, L. (1983): Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador, MAG – PRONAREG. Quito – Ecuador.
- CASALLAS, J. (2005): Limnological Investigations in Lake San Pablo, a high mountain lake in Ecuador.
- CENTRO DE ESTUDIOS PLURICULTURALES. (2001): Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Imbakucha (Lago San Pablo). Otavalo.
- CUAMACÁS, D. (2012). Ing. Recursos Naturales Renovables, Entrevista, Imbabura – Ecuador.
- DIRECCIÓN GENERAL DE INTERESES MARÍTIMOS, (PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL MARINO COSTERA - PEAMCO): Guía Didáctica para Docentes Nuestros Humedales y sus secretos.
- DUFFY, D. C., Y M. HURTADO. (1984): The conservation and status of seabirds of the Ecuadorian mainland.

- GALARRAGA, (1992): Proyecto de Recuperación del lago San Pablo.
- GÁLVEZ, X. PIMENTEL, O: Dinámica Poblacional del negrito (*Melopyrrha nigra*) (aves, passeriformes) en el área protegida Mil Cumbres -Pinar del Río. Cuba.
- GOBIERNO PROVINCIAL DE IMBABURA (2007): Imbabura, naturaleza y encanto. Imbabura, Ecuador.
- GOBIERNO PROVINCIAL DE IMBABURA (2010): Estrategia de Conservación del Avifauna Yahuarcocha. Aves y conservación. Imbabura, Ecuador.
- GOBIERNO PROVINCIAL DE IMBABURA. (2012): Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Ibarra.
- GOBIERNO PROVINCIAL DE IMBABURA (2012): Base de datos Monitoreo de la Avifauna Acuática Humedales de Imbabura. Imbabura, Ecuador.
- GÓMEZ OREA, D. (2007): Ordenación Territorial, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- GUEVARA E, SANTANDER T, LARA A, SORIA A, TERÁN K, LÓPEZ Z (2012): Resultados del Censo Neotropical de Aves Acuáticas - los primeros ocho años en los Andes ecuatorianos. Aves y Conservación – BirdLife en Ecuador, Gobierno Provincial de Imbabura, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- HAASE, B. (2011): Aves marinas del Ecuador continental y acuáticas de las piscinas artificiales de Ecuasal. Aves y Conservación, BirdLife en Ecuador t Ecuasal C.A.
- HOLDRIGE, L.R. (1967): Life Zone Ecology, San José de Costa Rica. Tropical Science Center.
- MINARD, L. (1997): El volcanismo en el Ecuador. Facultad de Geología. Escuela Politécnica Nacional Quito.
- MORETA, J. (2008): La eutrofización de los lagos y sus consecuencias. Artículo científico previo la obtención del título de tecnólogo en Saneamiento Ambiental. Universidad Técnica del Norte. Ibarra.

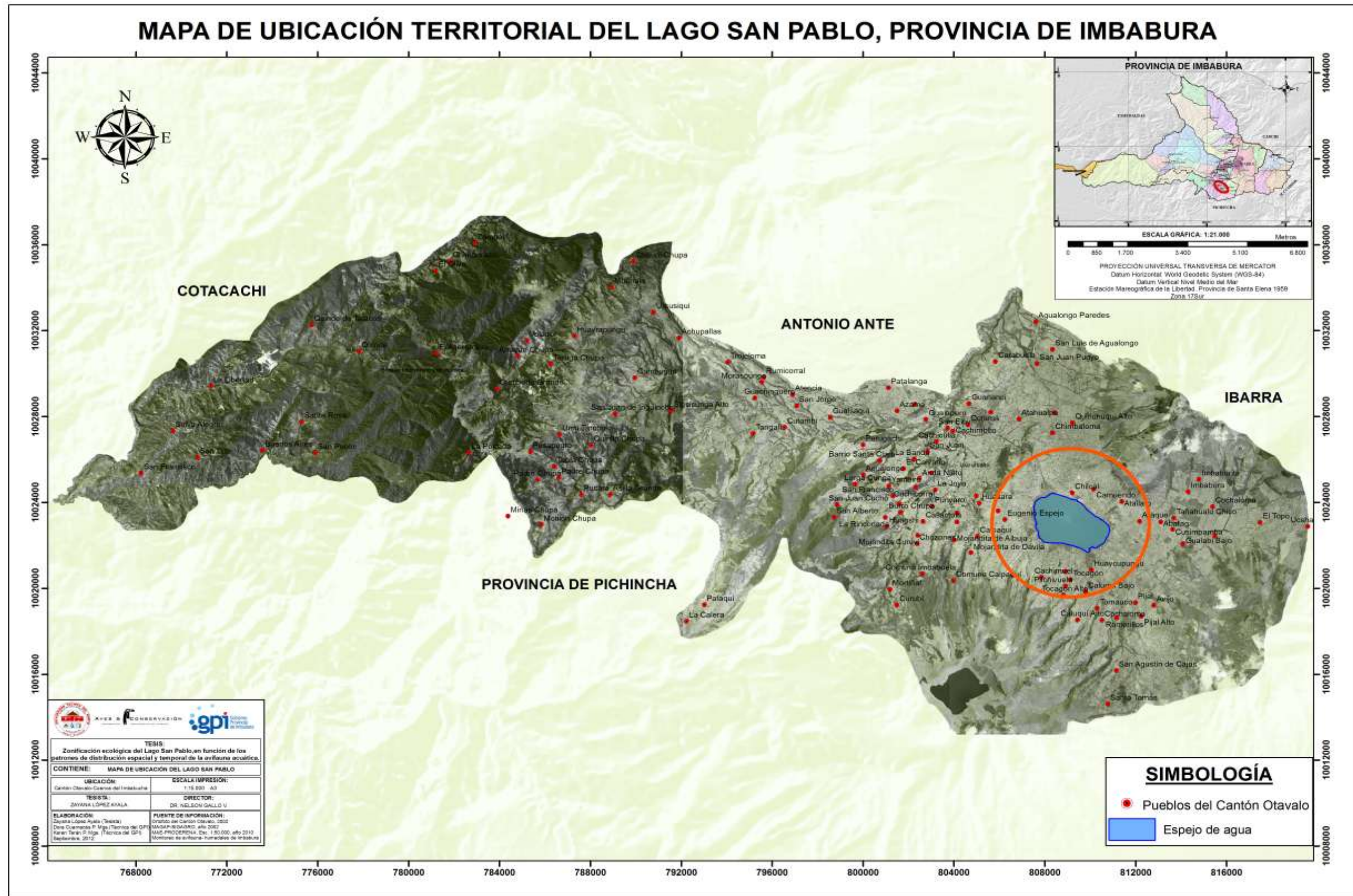
- MUECES, T. (2007): Estrategia de Conservación para la laguna de Yahuarcocha). Tesis Ingeniería RNR. FICAYA. Universidad Técnica del Norte. Ibarra.
- MUÑOZ, I (2006): Características de las Aves Acuáticas y su identificación en la laguna de Yahuarcocha. Aves y Conservación. Imbabura, Ecuador.
- PROAVES. En: <http://www.proaves.org/proaves/index.php>
- PROYECTO SEO- BIRDLIFE: Migración de las Aves. En: <http://www.migraciondeaves.org/#index.php>.
- RIDGELY, R. S. Y GREENFIELD, P. J. (2001): The Birds of Ecuador. Volume I: Status, Distribution, and Taxonomy. New York, Estados Unidos.
- SANTANDER, T.G. Y A. LARA (2008): Ecuador: informe anual. Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2007 [en línea]. En: Wetlands International, Buenos Aires, Argentina <http://lac.wetlands.org/>
- TERÁN, K. (2004): Caracterización Ambiental de la Provincia de Imbabura, Gobierno Provincial de Imbabura, Dirección de Desarrollo Rural y Ambiente, Ibarra, Ecuador
- TERAN, K. (2012) Ing. Recursos Naturales Renovables, Entrevista, Imbabura – Ecuador.
- TERAN. K, LÓPEZ. Z, LARA. A Y SANTANDER, T. (2012): Estrategias de Conservación de la Avifauna Acuática en los humedales de Imbabura, Ecuador, Gobierno Provincial de Imbabura, Aves y Conservación, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador
- TERÁN K., LÓPEZ L., SANTANDER T., PRIETO F., GUEVARA E., en prep. (2012): Nuevos Registros de Anátidos en lagunas altoandinas del Ecuador. Gobierno Provincial de Imbabura, Aves y Conservación, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- THE RAMSAR CONVENTION ON WETLANDS. En: (<http://www.ramsar.org/>).
- Rev: 05/09/2012  
En: <http://www.mobot.org/mobot>

- Rev: 02/07/2012  
En: <http://www.cienciaybiologia.com/bmarina/fitoplancton.htm>
- Rev: 04/01/2012  
En: <http://totorasisa.blogspot.com/>
- Rev: 20/03/2012  
En: <http://www.slideshare.net/PresidenciaEc/4-presentacion-plantas-tratamiento-lago-san-pablo-12143976>

## ACRÓNIMOS

A y C:	Aves y Conservación
CNAA:	Censo Neotropical de Aves Acuáticas
GPI:	Gobierno Provincial de Imbabura
IBA's:	Important Birds Areas
PDOT:	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
UTN:	Universidad Técnica del Norte

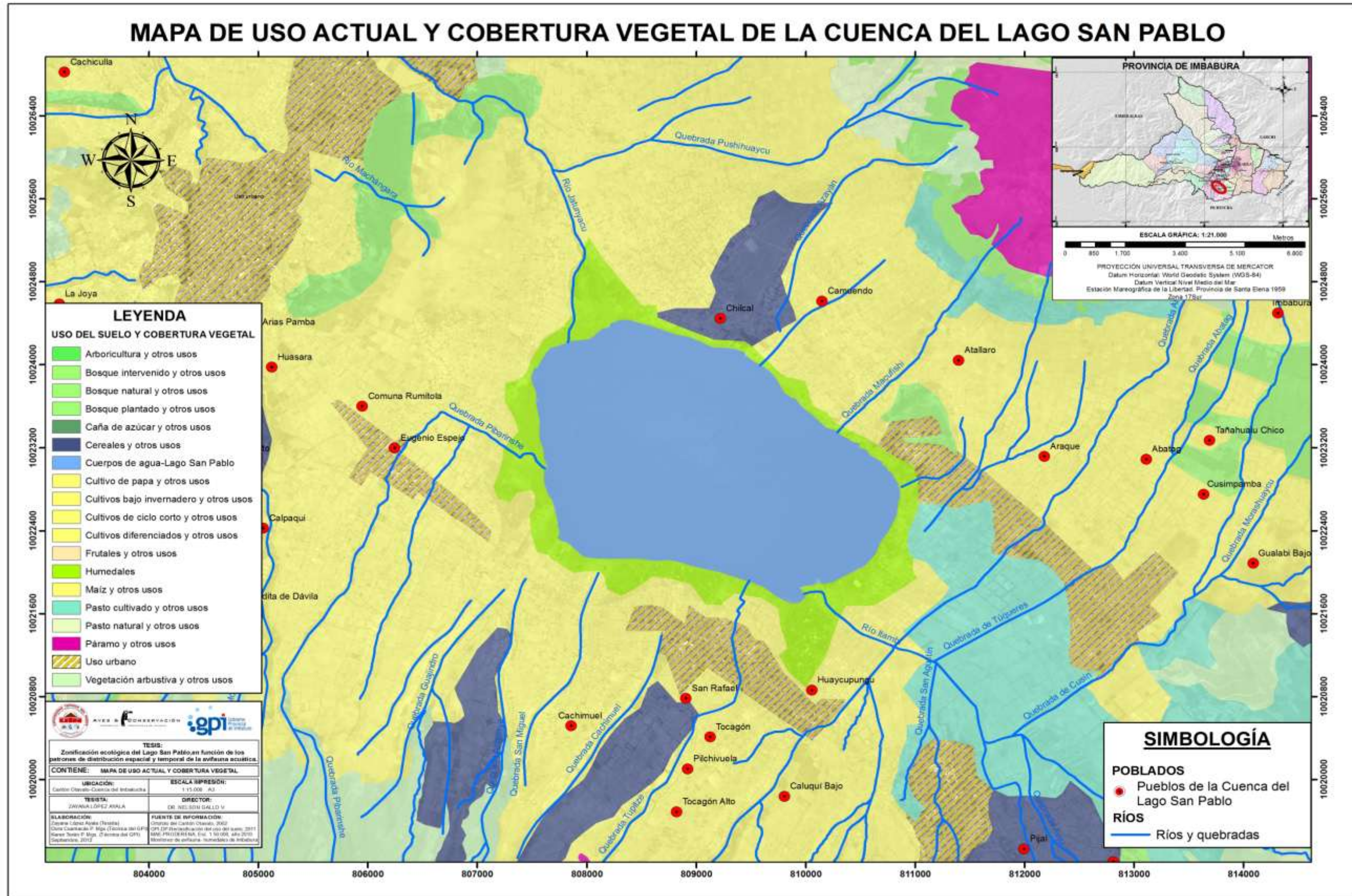
Anexo 1: Mapa de Ubicación Territorial del lago San Pablo



Anexo 2: Mapa Hídrico de la Cuenca del Lago San Pablo



Anexo 3: Mapa de Uso Actual y Cobertura Vegetal del La





Anexo 4: Mapa de la Avifauna Acuática presente en las zonas del lago San Pablo.



Anexo 5: Mapa de Zonificación Ecológica para la Conservación de la Avifauna Acuática del lago San Pablo, y sitios de mayor afectación antrópica.

