

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA**



Determinación del estado de conservación del humedal Huacho-Hualmay-Carquín, provincia de Huaura, departamento de Lima

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR**

Aarón Iván Hoyos Gonzales

**ASESORES**

Norma Luz Quinteros Camacho

Mirton Enrique Crisólogo Rodríguez

Huara, Perú

2021

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 024- 2021/UCSS/FIA/DI

Siendo las 10:00 a. m. del día 04 de agosto de 2021 - Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis, integrado por:

- |                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| 1. Mario Antonio Anaya Raymundo    | presidente      |
| 2. Claudia Liliana Gutiérrez Rosas | primer Miembro  |
| 3. Maximiliana Irene Castro Medina | segundo Miembro |
| 4. Norma Luz Quinteros Camacho     | asesora         |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada **Determinación del estado de conservación del humedal Huacho-Hualmay-Carquín, provincia de Huaura, departamento de Lima** que presenta el bachiller en Ciencias Ambientales, **Aarón Iván Hoyos Gonzales** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

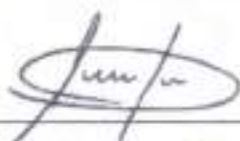
Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **BUENA** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare **EXPEDITA** para conferirle el **TÍTULO de INGENIERO AMBIENTAL**.

Lima, 04 de agosto de 2021.



Mario Antonio Anaya Raymundo  
PRESIDENTE



Claudia Liliana Gutiérrez Rosas  
1° MIEMBRO



Maximiliana Irene Castro Medina  
2° MIEMBRO



Norma Luz Quinteros Camacho  
ASESORA

## DEDICATORIA

*“Yo soy un río,  
voy bajando por  
las piedras anchas,  
voy bajando por  
las rocas duras,  
por el sendero  
dibujado por el  
viento”.*

*- Javier Heraud -*

*A la utopía*

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres por darme su apoyo incondicional y estar siempre para mí. Les debo todo.

A mi maestra y amiga Norma Luz Quinteros Camacho, por todo su apoyo y por nunca dejar de creer en mí.

A mi amigo Mirton Enrique Crisólogo Rodríguez por su paciencia, apoyo y por motivarme a introducirme más en lo que es la teledetección.

A mi enamorada Marcia Pizarro Valverde, por apoyarme siempre.

A mi amigo Miguel Antonio Astocaza, especialista de la R.N. de Lachay, por su apoyo y orientación en el componente de la avifauna.

A mi amigo Luis Antonio Mirano Casafranca, guardaparque de la R.N. San Fernando, por su apoyo en la identificación de especies de aves.

A mi amiga Medali Danitza Torres Gabriel por apoyarme en la identificación de especies de aves.

A mi amigo Miguel Ángel Aparcana Mendoza, por su apoyo en la identificación de las especies de flora vascular.

A la profesora Luz Blas Montenegro por su apoyo en la realización de las encuestas, junto con sus estudiantes: Francis Torres Loli, Alexandra Gutiérrez Fuentes, Renzo Gavino Gamboa, Deivid Ramos Soto, Alexander Antialon Oncoy, Renato Azaña Salas, Mirtha Morales Durand, Patricia Jiménez Silva.

A mi único mejor amigo de la universidad Cesar Yonai Takahashi Córdova, alias Taka, por más de 6 años llenos de más risas que de estudio.

A mis amigos trabajadores de la UCSS - Huacho, los señores: Zacarias, Krower, Marcelo, Héctor, Churrango, Ipanaqué, Luís, Andrea, Maritza, Helena y a la simpática pareja de la tienda que está fuera de la universidad El profe y su esposa. Si llegan a leer esto, gracias por los 5 años llenos de risas y momentos de compartir.

A mi amigo y maestro el M.F. Carlos Manuel Barreto Carreño Q.E.P.D. Sin el ajedrez sería un ingeniero incompleto.

A mis amigos de la Red de Jóvenes Líderes en Áreas Protegidas y Conservadas de Latinoamérica y El Caribe – RELLAC-Joven, porque son un ejemplo para mí.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE APÉNDICES .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	4
1.1. Antecedentes .....	4
1.2. Bases teóricas especializadas .....	12
1.2.1. Humedales .....	12
1.2.2. Humedales en el Perú .....	13
1.2.3. Humedales costeros .....	20
1.2.4. Legislación internacional relacionada a humedales .....	22
1.2.5. Legislación nacional relacionada a humedales .....	23
1.2.6. Sistemas de información geográfica .....	25
1.2.7. Teledetección .....	25
1.2.8. Los SIG y la teledetección aplicada al estudio de humedales .....	27
1.2.9. Tensores ambientales .....	28
1.2.10. Conservación de humedales .....	28
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....	30
2.1. Diseño de la investigación .....	30
2.2. Lugar y fecha .....	30
2.3. Características biofísicas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín .....	31
2.4. Población y muestra .....	45
2.5. Descripción de la investigación .....	45
2.6. Identificación de las variables y su mensuración .....	55
2.7. Análisis estadístico de datos .....	56
2.8. Materiales y Equipos .....	57
CAPÍTULO III: RESULTADOS .....	58
3.1. Riqueza de ornitofauna y flora vascular .....	58
3.1.1. Riqueza de ornitofauna .....	58

3.1.2. Riqueza de flora vascular .....	67
3.2. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del humedal Huacho-Hualmay-Carquín .....	70
3.3. Tensores ambientales presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín .....	76
3.4. Variación de la superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín .....	80
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES .....	86
4.1. Evaluación de la riqueza de ornitofauna y flora vascular presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín .....	86
4.2. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del humedal Huacho-Hualmay-Carquín .....	88
4.3. Tensores ambientales presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín .....	89
4.4. Pérdida de superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín .....	91
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....	93
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES .....	95
REFERENCIAS .....	96
TERMINOLOGÍA .....	111
APÉNDICES .....	113

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Clasificación de humedales</i> .....	12
Tabla 2. <i>Jerarquización de fuentes/tensor</i> .....	50
Tabla 3. <i>Matriz para calcular el grado de irreversibilidad de los impactos</i> .....	50
Tabla 4. <i>Matriz para calcular el valor global del tensor/fuente</i> .....	50
Tabla 5. <i>Matriz para calcular el valor de severidad del daño</i> .....	51
Tabla 6. <i>Matriz para calcular el valor de alcance de daño</i> .....	51
Tabla 7. <i>Matriz para calcular el valor global del impacto</i> .....	52
Tabla 8. <i>Matriz para calcular el valor tensor/impacto</i> .....	52
Tabla 9. <i>Lista de imágenes descargadas de la USGS</i> .....	54
Tabla 10. <i>Variables de estudio</i> .....	56
Tabla 11. <i>Distribución taxonómica de las especies de aves encontradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín (julio-noviembre del 2019)</i> .....	58
Tabla 12. <i>Estado de conservación de las especies de aves del humedal Huacho-Hualmay- Carquín</i> .....	64
Tabla 13. <i>Distribución taxonómica de las especies encontradas en el humedal Huacho- Hualmay-Carquín (febrero del 2020)</i> .....	67
Tabla 14. <i>Identificación de los Tensores ambientales presentes en el humedal Huacho- Hualmay-Carquín</i> .....	76
Tabla 15. <i>Relación Tensor/Impacto</i> .....	77
Tabla 16. <i>Jerarquización de los tensores ambientales identificados</i> .....	78
Tabla 17. <i>Jerarquización de los impactos ambientales identificados</i> .....	79
Tabla 18. <i>Variación de la superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín entre los años 1986-2019</i> .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Mapa de sitios Ramsar de Perú. ....	14
<i>Figura 2.</i> Componentes de la teledetección. ....	27
<i>Figura 3.</i> Mapa de ubicación del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. ....	31
<i>Figura 4.</i> Imagen de la zonificación de la ciudad de Huacho. ....	33
<i>Figura 5.</i> Imagen de la zonificación de la ciudad de Huacho. ....	35
<i>Figura 6.</i> Mapa referencial de las unidades de vegetación del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. ....	39
<i>Figura 7.</i> En playa Chorrillo: Alicia Drago Persivale, Blanca Drago Persivale, Olga Serpa, Víctor Campos, Reynaldo Serpa, Edel Mina Castillo, Lina Montes, Año 1906. Fuente: Archivo Regional de Lima. ....	43
<i>Figura 8.</i> Área de estudio. ....	47
<i>Figura 9.</i> Comparación de escenas descargadas del año 1986. ....	54
<i>Figura 10.</i> Distribución de las familias de aves encontradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín en función de la cantidad de especies registradas. ....	60
<i>Figura 11.</i> Fotografías de algunas de las especies pertenecientes a las familias más representativas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín ....	61
<i>Figura 12.</i> Riqueza de especies del humedal Huacho-Hualmay-Carquín en los diferentes meses de evaluación. ....	62
<i>Figura 13.</i> Distribución de la riqueza de especies del Humedal Huacho-Hualmay-Carquín según las unidades de vegetación presentes y sus zonas aledañas. ....	62
<i>Figura 14.</i> Distribución de las especies registradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín según su estacionalidad. ....	63
<i>Figura 15.</i> Fotografías de algunas de las especies presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín según su estacionalidad. ....	63
<i>Figura 16.</i> Fotografías de algunas de las especies presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín según su estado de conservación. ....	66
<i>Figura 17.</i> Riqueza de especies según los límites territoriales del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. ....	66
<i>Figura 18.</i> Distribución de las familias de flora vascular encontradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín en función de la cantidad de especies registradas. ..	68
<i>Figura 19.</i> Fotografías de dos especies pertenecientes a las familias más representativas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín. ....	69



<i>Figura 20.</i> Riqueza de especies según las unidades de vegetación evaluadas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	69
<i>Figura 21.</i> Riqueza de especies según los límites territoriales del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	70
<i>Figura 22.</i> Valores de pH de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	71
<i>Figura 23.</i> Valores de temperatura de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	71
<i>Figura 24.</i> Valores de Conductividad de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	72
<i>Figura 25.</i> Valores de Oxígeno disuelto mgL <sup>-1</sup> de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	73
<i>Figura 26.</i> Valores de sólidos totales en suspensión (TSS) mgL <sup>-1</sup> de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	73
<i>Figura 27.</i> Valores de Fósforo Total mg. L <sup>-1</sup> de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	74
<i>Figura 28.</i> Valores de Nitrógeno Total mg.L <sup>-1</sup> de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	75
<i>Figura 29.</i> Valores de coliformes termotolerantes NMP/ 100 ml de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	75
<i>Figura 30.</i> Distribución porcentual de los tensores ambientales presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	77
<i>Figura 31.</i> Mapa de los tensores ambientales frecuentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín.....	80
<i>Figura 32.</i> Variación del área total del humedal Huacho-Hualmay-Carquín durante los últimos 33 años.....	81
<i>Figura 33.</i> Variación de la superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín durante los últimos 33 años.....	83
<i>Figura 34.</i> Variación del área del humedal correspondiente al distrito de Carquín durante los últimos 33 años.....	84
<i>Figura 35.</i> Variación del área del humedal correspondiente al distrito de Hualmay durante los últimos 33 años.....	85
<i>Figura 36.</i> Variación del área del humedal correspondiente al distrito de Huacho durante los últimos 33 años.....	85

## ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Humedal de Huacho – Piscina “El Inka” (Foto tomada en la década de los 80) .....	113
Apéndice 2. Cronograma de ejecución de las fases de la investigación.....	114
Apéndice 3 Matriz de registro de observación de aves. ....	115
Apéndice 4. Distribución de los puntos de observación de aves.....	116
Apéndice 5. Puntos de muestreo de agua .....	117
Apéndice 6. Modelo de encuesta aplicado .....	118
Apéndice 7. Lista de especies de ornitofauna registradas según distribución geográfica.	120
Apéndice 8. Lista de especies de flora vascular registradas según distribución geográfica. .....	122
Apéndice 9. Informe de laboratorio de las muestras de agua analizadas .....	123
Apéndice 10. Tensores ambientales encontrados en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín .....	125
Apéndice 11. Percepción de la población en relación al humedal Huacho-Hualmay- Carquín, .....	134
Apéndice 12. Nuevos registros de especies de flora vascular en el humedal Huacho- Hualmay-Carquín. ....	142
Apéndice 13. Propuesta de gestión del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. ....	146

## RESUMEN

El crecimiento urbano desordenado constituye un grave problema para los ecosistemas debido a que van a sufrir perturbaciones, ya sean positivas o negativas, siendo las últimas las más comunes. En el caso de los humedales costeros el impacto antrópico es aún mayor sobre todo si se tiene en cuenta los resultados del último Censo Nacional que precisan más del 50 % del total de la población se encuentra asentada en la costa peruana, lo que genera que estos ecosistemas se vean vulnerables como resultado de las actividades antrópicas que se desarrollan en estas, impactándolas; trayendo como consecuencia la disminución de la cobertura del humedal y el deterioro de la calidad de dicho ecosistema.

En el caso del humedal Huacho-Hualmay-Carquín, el crecimiento urbano desordenado ha ocasionado que determinadas zonas de este sean utilizadas como depósito de desmonte, uso de los chorrillos para lavado de ropa, arrojo constante de residuos sólidos, entre otros. La finalidad de la presente investigación fue determinar el estado de conservación del humedal en base a una evaluación multitemporal de la cobertura vegetal en un periodo de 33 años (1986-2019), mediante el uso de imágenes satelitales de los sensores Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI, así como la evaluación de rápida de componentes biológicos como la flora vascular y la ornitofauna; el análisis de la calidad de los cuerpos de agua y la identificación y análisis de los principales tensores ambientales que enfrenta el humedal. Los resultados obtenidos demuestran que el humedal ha sufrido una reducción de 7.14 ha, asimismo, presenta un registro preliminar de 45 especies de aves; en cuanto a flora vascular se encontraron 4 nuevos registros no reportados en estudios anteriores. La evidencia de altos valores de fósforo y nitrógeno total se debe al uso constante de detergentes convencionales y que la constante presencia de residuos sólidos genera la pérdida estética del paisaje y perturba a la fauna silvestre. De esta forma se concluye que el humedal a pesar de presentar una pequeña extensión a diferencia de otros humedales costeros guarda una singular diversidad de especies, faltando por estudiar otros componentes biológicos. Asimismo, se sienta una línea base para el desarrollo de una propuesta que busque conservar este ecosistema.

**Palabras clave:** humedales costeros, Huacho-Hualmay-Carquín, teledetección, especies

## **ABSTRACT**

Disorderly urban growth is a serious problem for ecosystems because they will be affected whether positively or negatively, the latter being the most common. In the case of coastal wetlands, the anthropic impact is even greater, considering the results of the last National Census we found that more than 50 % of the total population is settled on the Peruvian coast, which means that these ecosystems are vulnerable as a result of the anthropic activities that take place in them, resulting in a decrease in wetland coverage and a deterioration in the quality of this ecosystem.

In the case of the Huacho-Hualmay-Carquín wetland, disorderly urban growth has caused certain areas of the wetland to be used as a clearing deposit, use of streams for washing clothes and for the constant dumping of solid waste, among others. The purpose of this research was to determine the conservation status of the wetland based on a multitemporal evaluation of the vegetation cover over a 33 year period (1986-2019), through the use of satellite images from the Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI sensors, as well as the rapid evaluation of biological components such as vascular flora and ornithofauna; the analysis of the quality of the water bodies and the identification and analysis of the main environmental stressors that the wetland faces. The results obtained show that the wetland has suffered a reduction of 7,14 ha, also presents a partial record of 45 species of birds; in the case of vascular flora 4 new species not report in previous studies were found. The evidence of high values of phosphorus and total nitrogen is due to the constant use of conventional detergents and that the constant presence of solid waste generates the aesthetic loss of the landscape and disturbs the wildlife. It can be concluded that the wetland, despite having a small extension, unlike other coastal wetlands, has a unique diversity of species, with other biological components still to be studied. Product of this research a baseline for the development of a proposal that seeks to conserve this ecosystem has been established.

Keywords: coastal wetlands, Huacho-Hualmay-Carquín, remote sensing, species

## INTRODUCCIÓN

La pérdida de ecosistemas es un problema generalizado a nivel mundial, cerca de un 75 % de las áreas terrestres se han degradado (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2015), siendo el hombre el principal responsable de esta situación. Uno de los ecosistemas que se encuentra afrontando una disminución a nivel mundial, tanto de calidad como en extensión, son los humedales. La Secretaría de la Convención Ramsar (2015), calculó que la reducción durante el siglo XX estuvo en un rango aproximado de 64 % a 71 % y estima que esta situación continuará durante este siglo mientras que no se toman acciones para conservarlos.

El Perú, al ser un país megadiverso cuenta con una gran cantidad de ecosistemas representativos y característicos propios de cada región natural. Dentro de estos ecosistemas encontramos a los humedales costeros. Los humedales costeros son ecosistemas, que albergan una gran diversidad de especies, estos ecosistemas se encuentran distribuidos a lo largo de la costa peruana formando un corredor biológico (Aponte y Ramírez, 2011).

La riqueza que poseen hace que se les catalogue como un oasis en medio del desierto (Arana y Salinas, 2003), el afloramiento de aguas subterráneas de tipo marino o continental son las que originan su formación (Aponte, 2016). Estos ecosistemas brindan a las poblaciones, que habitan en la periferia, servicios ambientales principalmente los relacionados a la diversidad florística mediante aprovechamiento de los recursos “junco” y “totora”, que son empleados para la elaboración de artesanía para la venta, también sirven como espacio de esparcimiento y ocio, convirtiéndose así en un lugar turístico beneficiando a la localidad al generar circulación económica.

A pesar de la importancia que tienen estos ecosistemas y las potencialidades que poseen para ser aprovechadas, se encuentran en una situación delicada. El aumento poblacional y las migraciones son unas de las principales razones por las cuales estos ecosistemas se encuentran en constante deterioro y en algunos casos se han perdido. Esto se debe a que las ciudades ejercen un gran impacto, generando residuos y emisiones debido a la demanda de

recursos naturales necesarios para poder desarrollarse (Rodríguez, 2010); evidenciándose en el cambio de uso del suelo que sufren determinadas áreas producto del desarrollo de la agricultura, ganadería y la construcción de viviendas.

Los humedales pertenecientes a la provincia de Huaura no están ajenos a las perturbaciones antrópicas, a pesar de contar con un área de conservación regional dedicada a la protección del humedal Albuferas de Medio Mundo, esta se ve afectada por: (a) la invasión de terrenos, (b) sobre pastoreo, (c) residuos sólidos, (d) falta de presencia del estado (e) quemas, entre otros (Gobierno Regional de Lima, 2015). Asimismo, esta jurisdicción perteneciente a la región Lima-Provincias cuenta con otros humedales muy conocidos como: (a) humedal El Paraíso cuyo sustento para categorizarla como un área de conservación regional se encuentra en las instancias respectivas (Albino, 2019), (b) humedal Laguna La Encantada (distrito de Huacho), (c) humedal Huacho-Hualmay-Carquín (distritos de Huacho, Hualmay y Carquín), (d) el humedal Las Totoritas (distrito de Végueta), los mismos que presentan similares o peores situaciones que el ACR Albuferas de Medio Mundo.

En el caso del humedal Huacho-Hualmay-Carquín, perteneciente a la provincia de Huaura, departamento de Lima; el crecimiento urbano desordenado ha ocasionado que determinadas zonas del humedal sean utilizadas como depósito de desmonte, a ello se suma el uso de los puquiales, por parte de la población, para lavar ropa y el constante arrojado de residuos sólidos sobre la cobertura vegetal, alterando así el paisaje y la biodiversidad presente. A la fecha son escasos los trabajos de investigación relacionados a la pérdida de cobertura vegetal del humedal y los impactos antrópicos que recibe por parte del asentamiento poblacional que se encuentra en sus inmediaciones, a ello se suma la poca información bibliográfica que se tiene del humedal, así como los escasos esfuerzos municipales por conservarlos.

El presente trabajo de investigación busca determinar el estado de conservación en que se encuentra dicho humedal, lo cual permitirá establecer estrategias para su conservación y gestión resaltando su importancia y los servicios ambientales que brinde. Para ello se hizo uso de la teledetección, los sistemas de información geográfica [SIG], encuestas, revisión bibliográfica y evaluaciones rápidas.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar las variables idóneas que permitan determinar el estado de conservación del humedal Huacho-Hualmay-Carquín, provincia de Huaura, departamento de Lima.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar la riqueza de especies de ornitofauna y flora vascular presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín por medio de una evaluación rápida.
- Evaluar los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cuerpos de agua del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.
- Identificar los factores ambientales que inciden en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín.
- Estimar la pérdida de superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín en los últimos 33 años mediante una evaluación multitemporal empleando imágenes satelitales

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

#### Internacional

Forero *et al.* (2017) determinaron el impacto antrópico en la cuenca del río Cauca, Colombia. La metodología consistió en calcular 3 indicadores (vegetación, demográfico y modificación del cauce) obtenidos a partir del análisis de imágenes Landsat 5, Landsat 7, Landsat 8 y Radarsat 2 tomadas de los años 1999, 2008, 2014 y 2011 respectivamente. El procesamiento de las imágenes fue realizado con el software ENVI 5,00 y el programa ERDAS 2011. Para la obtención de las coberturas realizaron una clasificación supervisada utilizando el método de maximum likelihood, cuyos resultados fueron validados utilizando una matriz de confusión obteniendo valores superiores al 70 % de exactitud global y un coeficiente de Kappa entre 0,80 y 0,97, las coberturas que se obtuvieron fueron clasificadas como: (a) agua, (b) vegetación natural o autóctona, (c) vegetación artificial, (d) área urbana y (d) no clasificada. Los autores concluyeron que, no existe una variación marcada en la cuenca del Cauca producto de la incidencia antrópica, sin embargo, evaluar el crecimiento poblacional acompañado del procesamiento de información geográfica permiten predecir la demanda de recursos naturales y a su vez establecer los medios que garanticen un adecuado manejo de los mismos.

Cavallaro y Fratolocci (2015) realizaron un análisis multitemporal cuantificando e identificando los cambios que sufrió la vegetación natural, de la provincia de Misiones, Argentina durante un periodo de 17 años (1989-2006), producto de los emprendimientos agroforestales. La metodología abordó el análisis de imágenes Landsat de los años 1989 y 2006 identificando las fisonomías vegetales en cada periodo, tomando como referencia un mapa de unidades fisionómicas confeccionado en el año 2000, a partir de una imagen Aster. Además, emplearon índices de uso común con la finalidad de analizar los patrones



evolutivos en cuanto al uso del suelo y la vegetación. Estos índices fueron: (a) área total de la clase, (b) número de parches, (c) media del tamaño del parche y (d) densidad del borde. Los resultados que obtuvieron para la unidad fisonómica de bosques y selvas fue una pérdida de 2426,10 ha en el periodo que comprendió su estudio, para el caso de la unidad de selvas y matorrales ribereños obtuvieron una leve reducción en su superficie de 30 a 24 parches. De la misma manera, la unidad de humedales y pastizales reportaron pocos cambios significativos disminuyendo un 7,5 % de su área original asociado principalmente a la forestación y al arrojado de desmontes, por otro lado, los relictos de bosques y selvas tuvieron un incremento de 499,02 ha al igual que las forestaciones que se incrementaron en 103 ha, y los desmontes incrementaron su superficie en 1519,33 ha. Concluyeron que, la modificación del territorio fue producida a consecuencia de las actividades antrópicas, evidenciándose mayor cambio en los ambientes de bosques y selvas a diferencia de los humedales y selvas ribereñas los cuales no sufrieron grandes modificaciones.

Poblete (2014) elaboró el catastro y diagnosticó el estado de conservación de los humedales costeros de la región del Biobío, Chile. La finalidad del estudio fue establecer criterios de uso sustentable y protección dentro de los instrumentos de planificación territorial. La metodología estuvo dividida en 4 fases: (a) el análisis de 3 imágenes satelitales Landsat 5, sensor TM las cuales fueron calibradas y corregidas atmosféricamente como previo proceso antes de calcular los índices NDVI, NDWI, DVI y aplicarles una clasificación supervisada mediante el método de máxima probabilidad utilizando el software ENVI 4,7; (b) el levantamiento de línea base mediante la recolección de información bibliográfica y cartográfica; (c) la elaboración de la propuesta de conservación tomando como base el índice de estado de conservación de ecosistemas lenticos someros [ECELS] propuesto por la agencia catalana del agua y (d) la elaboración de la propuesta de medidas y de uso sustentable en base a la elaboración de una matriz de amenazas e impactos. El autor obtuvo como resultado que, de los 13 humedales que evaluó el 30,8 % presentó altos problemas de conservación principalmente relacionados a microbasurales y presencia de ocupación por construcción debido a que en Chile el crecimiento urbano es la principal amenaza para estos espacios, siendo solo dos humedales los que se encuentran bien conservados debido a las políticas de uso sustentable y gestión territorial que aplican las comunas en las que se encuentran. Finalmente concluyó que, existe una relación directa entre la antropización y el estado de conservación de los humedales debido a que los humedales encontrados cerca a

lugares donde hay un mayor número poblacional están más deteriorados y alterados principalmente por la presencia de residuos sólidos, a su vez el establecimiento de medidas de conservación evitará su deterioro, pero debe de existir una entidad que garantice el cumplimiento de los objetivos de conservación establecidos.

Paredes (2010) determinó las amenazas que presentan tres humedales urbanos en la ciudad de Valdivia, Chile. La metodología consistió en el empleo de entrevistas a la comunidad local, la interpretación de fotografías y la observación directa. Los datos obtenidos los analizó en el programa Arc View 3,3 donde procedieron a elaborar mapas identificando las amenazas presentes en cada humedal. Los resultados que obtuvo mostraron que el humedal Prado Verde, se encontraba amenazado por construcciones a su alrededor, especies exóticas y quemas, igualmente el humedal Parque Urbano “El Bosque” presentó similares condiciones, ya que se encuentra rodeado por viviendas, y finalmente el humedal Villa “Claro de Luna” presentó zonas de basura y ganado en determinados sectores, siendo los basurales los que se encontraron cerca a los asentamientos poblacionales. Concluyó que, las principales amenazas que afectan a los humedales son: (a) los desechos domiciliarios, (b) el arrojamiento de desechos, (c) la invasión de especies exóticas vegetales, y (d) la presencia de animales domésticos. Asimismo, de los tres humedales estudiados el humedal Prado Verde evidenció un mayor impacto por construcciones y arrojamiento de basura lo cual generó que pierda su atractivo como humedal, a diferencia de los otros dos humedales evaluados, los cuales presentaron similares impactos, pero cuentan con organizaciones y estrategias para su conservación.

Barrera y Peñarreta (2009) elaboraron una propuesta de conservación para los humedales de Tres Lagunas, Lago Grande y Condorcillo y los ecosistemas adyacentes localizados en Oña, Nabón, Saraguro y Yacuambi al sur del Ecuador. La metodología consistió en un análisis socioeconómico de las poblaciones adyacentes al área de estudio, para ello, analizaron variables como: (a) demografía, (b) actividades económicas productivas, (c) servicios básicos, (d) turismo, (e) educación y (f) salud. Asimismo, realizaron entrevistas a la población y a las autoridades, revisión cartográfica, levantamiento de información de las principales presiones que afectan el lugar de estudio, análisis del marco legal vigente y las iniciativas dadas relacionadas con estos. Los autores obtuvieron como resultados que hay

una mayor predominancia de población femenina, en cuanto al aspecto económico productivo encontraron que la agricultura y la actividad pecuaria son los principales ingresos a la economía familiar, en el caso de los servicios básicos existen marcadas condiciones de marginalidad ya que hay carencias en el acceso al agua potable, sistema de alcantarillado y de eliminación de residuos sólidos. En el caso del aspecto educativo obtuvieron como resultado que el analfabetismo funcional supera el 40 % en tres de los lugares evaluados, de igual manera en el aspecto de salud las malas condiciones de servicio y las limitaciones en el aspecto educativo crean las condiciones para posibles cuadros epidemiológicos, por último, el aspecto turístico indicó que los humedales ofrecen potencialidades para su aprovechamiento, pero las limitaciones de infraestructura lo limitan. Los autores concluyeron que, los humedales estudiados poseen importante valor biológico debido a que registraron especies endémicas, en peligro de extinción, aves migratorias y posibles especies de reptiles nuevas para la ciencia. Asimismo, constituyen un importante lugar para el aprovechamiento turístico y las continuas presiones antropogénicas podrían ocasionar la pérdida del humedal en un corto periodo de tiempo.

Reyes (2006) propuso una metodología para determinar los objetivos de conservación en áreas destinadas a proteger tomando como caso la laguna Sonso, Colombia. La metodología la dividió en dos fases, una netamente técnica que consistió en la recopilación de información relevante y el establecimiento de objetivos desde un punto de vista técnico. La segunda fase la centraron en el trabajo con los actores locales, con los que trabajaron la identificación de las prioridades a conservar del ecosistema en estudio. Los resultados obtenidos en base al trabajo con los actores locales señalaron que en el caso de la laguna Sonso los objetivos para su conservación involucraron aspectos recreativos y de aprovechamiento de recursos para el beneficio de las comunidades que lo rodean, lo cual motivó a la realización de una zonificación que proteja estrictamente determinadas zonas y de oportunidad de aprovechamiento de recursos en otras, es por ello que dividieron el área en cuatro zonas: (a) Zona de restringida, (b) Zona de recuperación natural, (c) Zona de alta densidad de uso y (d) Zona de amortiguamiento. Finalmente, el autor concluyó que, la determinación de objetivos de conservación dentro de áreas de protección desde un punto de vista técnico y social; constituyen una herramienta factible, pues fortalecen la gestión dentro de un área de protección debido a que la población local es comprometida a tomar parte en el cumplimiento y seguimiento de las acciones destinadas a la conservación.

## Nacional

Flores (2019) evaluó y caracterizó las unidades de vegetación del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa, Lima, Perú, mediante sistemas de información geográfica y teledetección con la finalidad de aportar a la planificación y gestión del área protegida. La metodología consistió en la aplicación de técnicas de análisis digital (clasificación supervisada y no supervisada) y análisis visual a las imágenes satelitales, asimismo, mediante la información obtenida en campo discriminó los tipos de unidades de vegetación en función a sus respuestas espectrales y también empleó el índice de vegetación de diferencia normalizado el cual fue empleado para determinar la variación de la cobertura entre los años 2004-2018. Los resultados que obtuvo fueron 8 unidades de vegetación: (a) Juncal (30,348 ha), (b) Carrizal (1,290 ha), (c) Corta-Corta (4,270) (d) Gramadal (84,436 ha), (e) Total (74,338 ha), (f) Salicornial (0,677 ha), (g) Acuática (1,706 ha) y (h) Área intervenida y cuerpos de agua (66,202 ha) y a su vez los resultados de la aplicación del índice de vegetación de diferencia normalizada las clasificó en 3 categorías: (a) sin vegetación, (b) vegetación densa y (c) vegetación mixta. La autora concluyó que, la clase “sin vegetación” presentó un aumento de 38,748 ha entre el periodo 2004-2018 lo cual atribuye al crecimiento urbano.

Zuta (2018) determinó el grado de influencia que ha tenido el proceso de urbanización sobre el humedal del centro poblado Pomacochas, Amazonas durante el año 2017. La investigación tuvo un diseño no experimental descriptivo correlacional. La población total que analizó fue de 720 residencias ubicadas en los alrededores del humedal de las cuales seleccionó una muestra mediante fórmulas estadísticas para poblaciones finitas y obtuvo como resultado 66 residencias de muestra. La metodología consistió en emplear imágenes satelitales para observar cómo ha sido la variación de la superficie del humedal, y para determinar el impacto del proceso de urbanización calculó el coeficiente de correlación de Pearson en el que relacionó la evolución que ha experimentado el proceso de urbanización cerca al humedal, el incremento poblacional y el incremento turístico. Los resultados indicaron que el crecimiento de la población urbana generó el incremento de aguas residuales las cuales contribuyen a la expansión de la superficie del humedal, pero al mismo tiempo alterando la calidad del agua, también constató que algunas áreas urbanas y otras que fueron transformadas para uso agropecuario se excedieron en sus límites ya que se ubicaron en áreas

de impacto directo al humedal , finalmente el humedal sufrió cambios negativos respecto al crecimiento poblacional, ya que el valor de Pearson obtenido fue de 0,77. El autor concluyó que, el proceso de urbanización que ha experimentado el centro poblado Pomacochas no cumple con las normas de ordenamiento territorial del Ministerio del Ambiente [MINAM], Instituto Geofísico del Perú [IGP] y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS].

Rodríguez (2017) determinó la influencia de la irrigación San Felipe en la variación de la extensión del cuerpo de agua del humedal Albuferas de Medio Mundo, Vegueta, Perú, en un periodo de 70 años. El objetivo de su investigación fue aportar al conocimiento existente sobre los humedales costeros y su relación con las irrigaciones agrícolas. La metodología empleada consistió en el análisis multitemporal de fotografías aéreas y de imágenes satelitales Landsat 5 TM L1T, Landsat 7 ETM + L1T y Landsat 8 OLI TIRS, utilizando del software SIG Arcgis 10,2. Además, empleó datos cualitativos y cuantitativos provenientes de entrevistas e información bibliográfica que le permitió establecer correlaciones entre la variación de la superficie hídrica de la Albufera de Medio Mundo/ la dotación de agua para riego y la variación de la superficie hídrica de la Albufera de Medio Mundo/ la variación de la tasa de utilización de la tierra en San Felipe para el período 1966-2016, las entrevistas realizadas fueron realizadas con el modelo de pregunta libre y fue realizada a 8 actores clave del área de estudio. Los resultados que obtuvo en base a las fotografías aéreas del 1945, las albuferas presentaron una extensión de 3 ha, pero con los retornos de riego aumentaron su extensión a 258,7 ha en el año 1966; posteriormente presentaría reducción de su extensión llegando a tener un área final de 191,6 ha al año 2016. Finalmente concluyó que, las condiciones físicas de la irrigación San Felipe, propias de un suelo franco-arenoso, presentan una capacidad de retención y almacenamiento de agua muy baja, lo cual permite que el agua infiltre y percole hasta llegar a las Albuferas de Medio Mundo.

Castro *et al.* (2017) realizaron una investigación cuyo objetivo fue identificar las unidades de vegetación presentes en el Área de Conservación Regional Albuferas de Medio Mundo [ACR], Vegueta, Perú La metodología consistió en el análisis de las imágenes multiespectral y pancromática del satélite Worldview3, para ello, hicieron uso de la teledetección y los sistemas de información geográfica [SIG], obteniendo como resultados 8 unidades de

vegetación: (a) Juncal 71,72 ha (10,43 %), (b) Carrizal 3,53 ha (0,51 %), (c) Gramadal 143,09 ha (20,81 %), (d) Totoral 73,06 ha (10,62 %), (e) Matorral 0,43 ha (0,06 %), (f) Vega 0,02 ha (0,003 %), (g) Sarcocornial 1,09 ha (0,16 %), (h) Área Intervenida 1,61 ha (0,23 %), (i) Otros (cuerpos de agua y arenal) 357,16 ha (57,17 %). Finalmente los autores concluyeron que, las unidades de vegetación con mayor extensión son: (a) Gramadal (143,09 ha), (b) Juncal (71,72 ha) y (c) Totoral (73,06 ha) y las unidades de vegetación que poseen menor extensión son: (a) Vega (0,02), (b) Matorral (0,43 ha) y (c) Sarcocornial (1,09 ha).

Moschella (2012) realizó una investigación que tuvo como objetivo analizar la situación de los humedales de la costa central del Perú frente al crecimiento urbano tomando como casos de estudio los humedales de Ventanilla y los humedales de Puerto Viejo. La metodología estuvo basada en el análisis de fotografías aéreas del año 1961, imágenes Landsat 5 de los años 1985, 1990 1997, 1998, 2006, 2009; imágenes Landsat 7 de los años 2000 y 2003. El procesamiento de las imágenes lo realizó utilizando el software Arcgis; también realizó encuestas a los pobladores de las localidades de las áreas de estudio y revisión bibliográfica. Concluyó que, el crecimiento del área urbana y de la red vial son una amenaza a la conservación de los humedales costeros y sus servicios ecosistémicos. Asimismo, el humedal de Puerto Viejo ha experimentado impactos negativos, mientras que el humedal de Ventanilla ha presentado tanto impactos negativos como positivos (indirectamente) pues evidenció un aumento de la cobertura vegetal entre los años 1961-2009, siendo los principales impactos identificados, producto de la expansión urbana: (a) reducción de cuerpos de agua, (b) pérdida de flora y fauna, (c) alteración del paisaje, (d) afectación a las aves por el ruido y (e) contaminación del suelo y agua.

Vilela (2010) realizó una investigación cuyo objetivo fue analizar la importancia del humedal de Villa María de la ciudad de Chimbote de la región de Ancash desde un punto de vista urbano arquitectónico para poder entender la problemática de su deterioro y proponer alternativas de solución. La investigación tuvo un diseño descriptivo simple porque solo buscó recoger información sobre el objeto de estudio, la población estuvo comprendida por los habitantes de Chimbote y Nuevo Chimbote de los cuales extrajo una muestra representativa conformada por los principales usuarios del humedal y por la población adyacente a la zona de estudio. La metodología consistió en el análisis de bibliografía del

tema y la aplicación de encuestas a la población de los distritos de Chimbote y Nuevo Chimbote. Los resultados señalan que el humedal perdió más del 60 % de su superficie original y que el 70 % de los entrevistados no aprovechan los recursos que provee el humedal, los requerimientos de la población respecto al recurso humedal que fueron identificados fueron: (a) una mejora del ornato. (b) limpieza y seguridad de la zona, (c) erradicación de la contaminación, (d) promoción de la cultura, turismo y deporte, (e) implantación del comercio artesanal. El autor concluyó que, el humedal de Villa María es un ecosistema que está en deterioro producto del crecimiento urbano y la incompatibilidad de determinadas actividades que son realizadas allí. Asimismo, precisó que el nivel de educación ambiental es bajo y el aprovechamiento de los recursos que provee el humedal no está dentro de las actividades que realiza la población.

Cruz (2002) tuvo como objetivo determinar el estado de conservación del humedal “El Paraíso”, Huaura, Lima partiendo de un análisis los componentes flora, fauna, agua y de la población aledaña para luego establecer los lineamientos para la elaboración de propuestas de manejo del humedal. La metodología consistió en una evaluación integral de los componentes de flora, fauna, agua y población, para lo cual estableció metodologías específicas según el componente a evaluar. En la flora realizó colectas de las especies vistas y para el caso de la fauna realizó censos mediante conductores y transectos. El componente agua fue evaluado *in situ* en el caso de los parámetros fisicoquímicos, mientras que para los parámetros bioquímicos y microbiológicos los realizó en laboratorio. El componente población fue evaluado mediante encuestas y entrevistas realizadas a 4 asociaciones campesinas del lugar por medio de un cuestionario semiestructurado de 20 preguntas, cuyo análisis lo realizó utilizando el paquete estadístico Statistical Package del software SPSS. Concluyó que, los principales impactos son: (a) pérdida de recursos, (b) contaminación por residuos sólidos, (c) quema de vegetación, (d) compactación de suelos y (e) plagas presentes en el junco y totora debido a prácticas de manejo inadecuadas. Asimismo, hubo reporte de 88 especies de aves pertenecientes a 62 géneros y 35 familias; y 33 especies de plantas vasculares agrupadas en 31 géneros y 16 familias, por último, la calidad de los cuerpos de agua cumplió con los requerimientos para la preservación de la vida acuática, pesca recreativa y su uso como zona recreativa de contacto primario.

## 1.2. Bases teóricas especializadas

### 1.2.1. Humedales

Berlanga y Ruiz (2004) señalan que los humedales son un conjunto de sistemas y ambientes que poseen diversas características, pero con la peculiaridad de compartir algunas que permiten su asociación, siendo principalmente la presencia permanente de agua en una determinada estación del año y la presencia de aves acuáticas.

Existen diversas definiciones de lo que es un humedal, la Secretaría de la Convención de Ramsar (2013, p. 9) define a los humedales 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.

### Clasificación de los humedales según la Convención de Ramsar

Según la Secretaría de la Convención de Ramsar (2013) los humedales se clasifican en:

**Tabla 1**

*Clasificación de los humedales*

Clasificación de los Humedales		
Humedales marino costeros	Humedales continentales	Humedales artificiales
Aguas y lechos marinos, arrecifes de coral, lagunas dulces y salobres, humedales arbolados, estuarios y playas rocosas	Pantanos, turberas, humedales de montaña, manantiales, oasis, sistemas kársticos, ríos permanentes o estacionales, lagos permanentes o estacionales mayores a 8 ha	Estanques de acuicultura, salinas, tierras de regadío, tierras agrícolas inundadas, áreas de tratamiento de aguas hervidas, reservorios

*Fuente:* Elaboración propia adaptada de la Secretaría de la Convención de Ramsar (2013).



## **1.2.2. Humedales en el Perú**

### **Sitios Ramsar en el Perú**

El Perú cuenta con trece sitios Ramsar que abarcan un área total de 6 784 042 ha en el territorio nacional de los cuales, según el Ministerio del Ambiente [MINAM] (2019), diez se encuentran bajo la figura de un área natural protegida. Los sitios Ramsar pertenecientes al Perú son los siguientes (Figura 1):

1. Reserva Nacional de Paracas (Ica).
2. Reserva Nacional Pacaya Samiria (Loreto).
3. Santuario Nacional Lagunas de Mejía (Arequipa).
4. Lago Titicaca (Puno).
5. Reserva Nacional de Junín (Junín).
6. Santuario Nacional los Manglares de Tumbes (Tumbes).
7. Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (Lima).
8. Complejo de Humedales del Abanico del Río Pastaza (Loreto).
9. Bofedales y Lagunas de Salinas (Arequipa).
10. Laguna del Indio – Dique de los Españoles (Arequipa).
11. Humedal de Lucre - Huarcapay (Cusco).
12. Laguna Las Arreviatadas (Cajamarca).
13. Manglares de San Pedro de Vice (Piura).

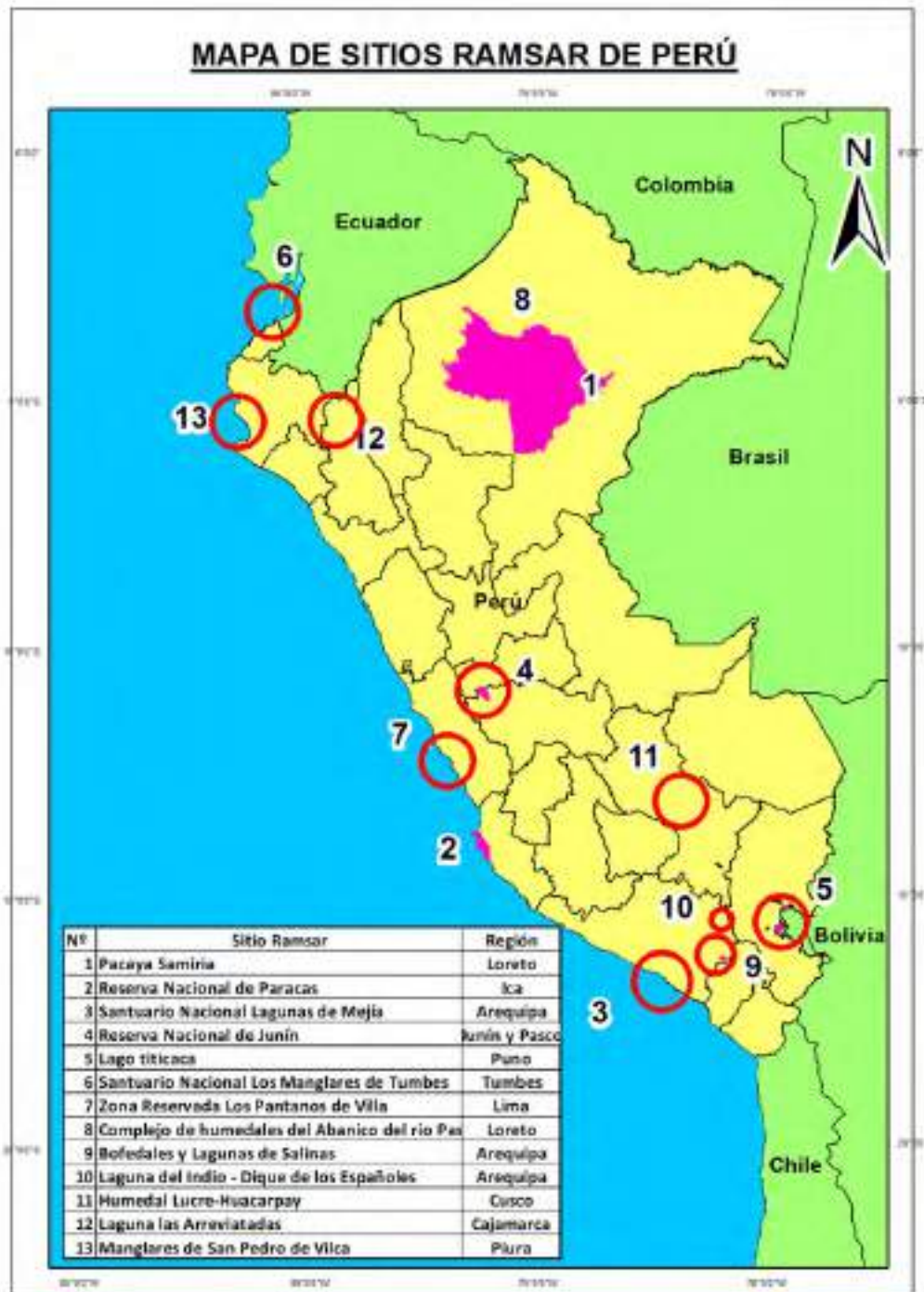


Figura 1. Mapa de sitios Ramsar de Perú. Fuente: Elaboración propia adaptado de Ministerio del Ambiente [MINAM] (2013).

## **Clasificación de humedales según la Estrategia Nacional de Humedales**

En el año 2015, por Decreto Supremo N° 004-2015 MINAM, se actualizó La Estrategia Nacional de Humedales, siendo hasta la fecha el único instrumento legal que aborda específicamente a los humedales. La Estrategia Nacional de Humedales (2015, p. 10) define a estos ecosistemas, adaptando a la realidad nacional la definición planteada por la Convención de Ramsar. Es por ello que los define como: “Extensiones o superficies cubiertas o saturadas de agua. bajo un régimen hídrico natural o artificial' permanente o temporal, dulce, salobre o salado que albergan comunidades biológicas características que proveen servicios ecosistémicos”.

Asimismo, La Estrategia Nacional de Humedales (2015, p. 10) los clasifica como:

**Humedales amazónicos:** (a) lagos y lagunas, (b) complejos de orillales, (c) kársticos amazónicos, (d) pantanos amazónicos (aguajales, renacales, pungales, pantanos mixtos de palmeras, pantanos herbeceos, pantanos arbustivos), (e) bosques de tahuampa, (f) sabanas inundables de palmeras y (g) varillales húmedos.

**Humedales andinos:** (a) lagos, (b) lagunas, (c) manantiales, (d) puquios, (e) turberas, (f) humedales de páramo y (g) kársticos andinos.

**Humedales costeros:** (a) manglares, (b) lagunas, (c) estuarios, (d) albuferas, (e) deltas, (f) oasis y (g) pantanos.

## **Servicios ambientales que brindan los humedales**

Los humedales son ecosistemas que albergan una gran variedad de diversidad biológica y son considerados como los riñones del planeta por los servicios que brinda al medio ambiente. Según la Secretaría de la Convención de Ramsar (2006) las interacciones de los componentes físicos, biológicos y químicos, que posee un humedal, originan: (a) retención de nutrientes y sedimentos, (b) barrera contra las crecidas del mar, (c) mitigación del cambio climático, (d) descarga y recarga de acuíferos, (e) lugares de esparcimiento, (f) recursos naturales para el aprovechamiento directo, entre otros.

## **Los humedales y la retención de nutrientes y sedimentos**

El rol que desempeñan los humedales en el mantenimiento de la calidad de agua puede verse afectado por la destrucción de estos ecosistemas. Los humedales son ecosistemas importantes en el mantenimiento de la calidad de los cuerpos de agua. Según la Secretaría de la Convención de Ramsar (2011) la escorrentía superficial, que da origen a ríos y lagos y que en su mayoría es originada producto de las precipitaciones va a contener una serie de sedimentos y nutrientes que se incorporaron de manera natural al flujo de agua; aunque actualmente también son incorporadas producto de los vertidos urbanos, industriales y agrícolas lo cual genera un grave impacto a estos ecosistemas causando su deterioro o efectos como la eutrofización la cual ocasiona que la vida acuática se pierda (Chandra *et al.*, 2010, citado por Fajardo, 2018). Estos sedimentos y nutrientes van a ser retenidos por la vegetación presente en los humedales quienes las devolverán al medio ambiente cuando culminan su ciclo biológico o son extraídas para un determinado fin. Esta particularidad ha ocasionado que el desarrollo tecnológico sea aplicado a la creación de humedales artificiales con la finalidad de purificar las aguas grises urbanas y los efluentes mineros (Moreno-Casasola, s/f).

## **Los humedales como barreras naturales**

Ante la presencia de un fenómeno natural, los humedales se convierten en una barrera protectora que amortiguará el impacto a sufrir por el siniestro, lo cual permitirá a las comunidades reducir los daños a sufrir, por lo tanto, su conservación permitirá hacer frente a los desastres (Ovando y Álvarez, 2017).

La Secretaría de la Convención de Ramsar (2016, p.1) señala que:

Los humedales costeros (manglares, marismas de agua salada, arrecifes de coral, etc.) forman una barrera protectora contra las olas, las mareas de tempestad y los tsunamis y los humedales continentales (ríos, llanuras de inundación, lagos, pantanos, etc.) funcionan como esponjas, absorbiendo y almacenando el exceso de agua de lluvia.

Por otra parte, Kandus *et al.* (2010) afirman que los humedales no impiden que ocurran inundaciones, sin embargo, el relieve topográfico y la cobertura que presentan juegan un

papel importante debido a que reducirán los niveles de crecida del agua, reteniendo parte de la escorrentía producto de las precipitaciones y liberándola lentamente.

### **Los humedales como mitigadores del cambio climático**

El cambio climático es sin duda alguna uno de los principales problemas al cual la humanidad se está enfrentando en estos momentos, siendo más afectadas las regiones de África, Sur y Sureste de Asia y América Latina (Vargas, 2009). El Panel Intergubernamental del Cambio climático [IPCC] en su quinto informe señala que el incremento promedio de la temperatura en la tierra, desde la segunda mitad del siglo XX, ha sido de 0,85 °C y que esto se debe principalmente al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera producidos por las actividades antrópicas, siendo principalmente el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) el más predominante (Panel Intergubernamental del Cambio climático [IPCC], 2014).

Algunas de las principales consecuencias que trae consigo el cambio climático, como lo señala el Panel Intergubernamental del Cambio climático, están referidos a: (a) el retroceso de los glaciares, (b) el aumento de precipitaciones, (c) el riesgo de deslizamientos de tierra, (d) la erosión costera, (e) la degradación de bosques y de arrecifes de coral, entre otros.

En Perú se ha llevado a cabo un largo proceso para consolidar un marco normativo legal que busque gestionar adecuadamente el cambio climático en el país (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016). Según El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero [INGEI] (2012), la principal fuente de emisión de GEI se encuentra en la actividad de cambio de uso de suelo y silvicultura con un total de 86 742 Gg CO<sub>2eq</sub> representando así el 51 % de emisiones. En segundo lugar, se encuentra el sector energético con un total de 44 638 Gg CO<sub>2eq</sub>, que representa el 26 %. El tercer lugar lo ocupa la agricultura con un total de 26 044 Gg CO<sub>2eq</sub>, que representa el 15 %; mientras que los desechos y procesos industriales emiten un total de 13 887 Gg CO<sub>2eq</sub> representando el 8 %, concluyendo que el Perú emite un total de 187 534 Gg CO<sub>2eq</sub>.

El territorio nacional alberga el 71 % de los glaciares tropicales del mundo, pero en los últimos 30 años ha perdido el 22 % de su superficie glaciar (Banco Mundial, 2013). Gil (2012) menciona que el cambio climático se acelera con el incremento del CO<sub>2</sub> producto de: (a) la deforestación, (b) la urbanización, (c) actividad industrial, entre otros factores los cuales contribuyen a que se presente dicho fenómeno y traiga como consecuencia el retroceso de los glaciares. Por otra parte, de la misma forma como el cambio climático ocasiona el deshielo en los glaciares, también trae repercusiones sobre la salud de la población peruana debido a que muchas de las enfermedades pueden ser afectadas por oscilaciones climáticas (Gonzales *et al.*, 2014). Algunos tipos de enfermedades que pueden presentarse son: (a) las enfermedades respiratorias producidas por las variaciones de temperatura y humedad, (b) las enfermedades transmitidas por alimentos producto de la baja calidad del agua, (c) Las infecciones transmitidas por vectores como la malaria, chagas, dengue, babesiosis, entre otras; (d) cáncer y enfermedades crónico-degenerativas producidas por la radiación que atraviesa la capa atmosférica (Feo *et al.*, 2009).

Ante este panorama los sumideros de carbono representan una de las formas más efectivas de combatir el cambio climático, debido a que almacenan carbono en compuestos orgánicos que conforman la biomasa y la materia orgánica de los suelos, contribuyendo a la mitigación del efecto invernadero (Martino, 2000). Según Hernández (2010) se les puede considerar a los humedales como importantes sumideros de carbono toda vez que estos ecosistemas, por medio de la vegetación que presentan y el suelo inundado que poseen, absorberán el CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera y lo convertirán a carbono orgánico por medio del proceso fotosintético. A pesar de que solo ocupan el 4 y 6 % de la superficie terrestre (Mitsh y Gosselink, 2000, citado por Hernández, 2010) pueden llegar a albergar entre el 20-25 % de todo el carbono mundial presente en los suelos (Kandus *et al.*, 2010).

En cuanto a los humedales costeros, estos ecosistemas son importantes mitigadores del cambio climático, evidenciándose en los trabajos desarrollados por: Palomino (2007) estimó el servicio ambiental de captura de CO<sub>2</sub> de la flora predominante presente en el humedal de Puerto Viejo, concluyó que las especies que captan mayor cantidad de CO<sub>2</sub> son la totora y el junco con 73,7 t. ha<sup>-1</sup> y 40,6 t. ha<sup>-1</sup> respectivamente. En tanto, Gutiérrez (2017) quién evaluó el contenido de CO<sub>2</sub> presente en la unidad de vegetación juncal y suelo del Área de

Conservación Regional Albuferas de Medio Mundo, concluyó que la unidad de vegetación juncal en sus diferentes estados fenológicos, almacena un promedio de 61 t. ha<sup>-1</sup> de carbono y captura 224,1 t. ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>. Asimismo, Pérez *et al.* (2015) cuantificaron la cantidad de CO<sub>2</sub> que captura la totora en el humedal de Villa María ubicado en el departamento de Ancash, concluyeron que la totora presente en el humedal de Villa María captura un total de 61,7 t. ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>.

### **Los humedales y la descarga y recarga de acuíferos**

Los acuíferos subterráneos albergan el 97 % de agua dulce del mundo (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2009). Según Custodio (2001) los humedales, en su mayoría, dependen del aporte parcial o total de aguas subterráneas, es por ello que la explotación de acuíferos es uno de los problemas a combatir para conservar estos ecosistemas. Las diferentes contribuciones hídricas van a influir en el área, profundidad, salinidad y características químicas, lo cual es determinante para el sostén de la biodiversidad. La dependencia de agua subterránea incluye humedales típicos, los cuales van a poseer agua en la superficie y que pueden convertirse en lagunas, o también en áreas fluviales. Asimismo, van a tener características como: (a) praderas húmedas, (b) poca continuidad de superficie de agua.

Las zonas de descarga, por lo general, se van a localizar de forma puntual a lo largo de franjas continuas o discontinuas, o también en depresiones grandes o chicas. La mayor parte del agua subterránea disponible se encontrará en zonas vadosas. Esto se debe a que las partes centrales van a tener sedimentos poco permeables, lo cual va a permitir mantener los humedales al retrasar su secado estacional, formando manantiales, arenas movedizas o lodazales (Custodio, 2001).

La Secretaría de la Convención de Ramsar (2010a) afirma que las interacciones que se dan entre un humedal y las aguas subterráneas dependen de las condiciones geológicas (permeabilidad de las rocas y sedimentos). Es decir, un acuífero no siempre va alimentar a un humedal y un humedal no siempre va ejercer la función de recargarlo. Los acuíclados son ejemplos en los cuales la interacción humedal-acuífero no va a presentar intercambio de agua

debido a que van a presentar rocas impermeables confinando así al acuífero. Por otro lado, los acuitardos van a presentar rocas de baja permeabilidad haciendo más lento el intercambio de agua. Un proceso de descarga de acuífero se dará cuando el nivel de las aguas subterráneas este por encima del nivel del agua del humedal, mientras que el proceso de recarga se dará cuando el nivel del agua del humedal está por encima que el del acuífero.

### **1.2.3. Humedales costeros**

La distribución de los humedales en la costa peruana abarca todo lo largo del litoral costero y marítimo, pudiendo ser de agua dulce, marina y salobre; dependiendo de su ubicación, pueden ser interiores o continentales, marinos (contiguos al litoral) y salobres. A lo largo del territorio nacional se han contabilizado 92 humedales, no obstante, muchos han ido desapareciendo producto de diversas amenazas a las que han sido sometidos (Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza [PRONATURALEZA], 2010).

PRONATURALEZA (2010) identificó 92 humedales a lo largo de la costa peruana: (a) Humedales naturales (56), (b) Humedales artificiales (11), (c) Humedales desaparecidos (11) y (d) Humedales producto de desembocadura de ríos (14).

### **Humedales costeros de la provincia de Huaura**

#### **Humedal Laguna La Encantada**

El humedal Laguna La Encantada o conocido anteriormente como humedal de Cerro Colorado se encuentra al sureste del distrito de Huacho. Con coordenadas 11° 08' 07,87"S- 77° 33' 10,04"O. Este tiene espejo de agua, con profundidades entre 1,10 a 8,00 m, de una superficie y perímetro aproximado de 33 ha y 2,51 km respectivamente (Castillo, 2010). Por el norte se encuentra limitando con cerros y pampas, por el este con zonas agrícola, por el oeste con una zona desértica y por el sur con terrenos agrícolas privados (Mendoza *et al.*, 2012).



## **Las Salinas de Huacho**

Las salinas de Huacho se encuentran a la altura del kilómetro 134 de la Panamericana Norte. Este ecosistema acuático, formado por la filtración de agua de mar (Maldonado 1943, citado por Montoya *et al.*, 1988), de tipo talasohalino alberga principalmente organismos como las algas, que producen b-caroteno y glicerol, y el crustáceo branquiópodo conocido como “camarón de salmuera” (Montoya *et al.*, 1988). Se encuentra conformada por espejos de agua, poco profundos que varían entre los 0,5 – 2,5 m, de diferentes tamaños poseen una gradiente de salinidad entre los 80 y 280 ‰ hasta la saturación de NaCl, valores de pH que oscilan entre los 6,5 – 8,0 y temperaturas que se encuentran entre los 22 y 34 °C (Montoya y Olivera, 1993).

## **Humedal El Paraíso**

El humedal El Paraíso se encuentra en el distrito de Huacho, a la altura del kilómetro 136 de la Panamericana Norte. Según Scoot y Carbonel (1986) citado por Quiñonez y Hernández (2017) mencionan que posee tres hábitats acuáticos: (a) mar abierto, (b) laguna salobre, cuya extensión aproximada es de 58 ha y (c) laguna pantanos, cuya extensión aproximada es de 195 ha.

## **Área de Conservación Regional Albuferas de Medio Mundo**

Es la única área natural protegida de administración regional perteneciente a la provincia de Huaura. Se encuentra a la altura del kilómetro 177 de la Panamericana Norte, en el distrito de Végueta, y fue declarada como área natural protegida el año 2007 mediante Decreto Supremo N° 006-2007-AG. Según el Gobierno Regional de Lima (2009 p. 16) posee una longitud de 7 km y un área de 681,77 ha, y el objetivo principal de su creación es: “Conservar la biodiversidad del ecosistema de humedal por la importante influencia que ejerce sobre otros similares ubicados en la zona costera del Perú y sobre el entorno, promoviendo el uso sostenible y la protección del humedal y sus recursos”.

## **Humedal Las Totoritas**

El humedal Las Totoritas se encuentra ubicado en el distrito de Végueta al sur del A.C.R. Albuferas de Medio Mundo, con las coordenadas 10°58'13,23"S - 77°39'19,84"O. Posee un área aproximada de 294 ha y una longitud de 4,80 km. Cuenta con una laguna que posee un área de 46,4 ha y 2,23 km de longitud.

### **1.2.4. Legislación internacional relacionada a humedales**

- El convenio Ramsar – 1971, es un acuerdo internacional entre diversas naciones que, mediante acciones dentro de su jurisdicción, así como también mediante la cooperación internacional, buscarán promover el uso racional de los humedales estableciendo medidas para su conservación (Convención Relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas [Ramsar], 1971).
- Convenio de Bonn o Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias – 1979, busca proteger a las especies de fauna migratoria mediante acciones que promuevan la protección de sus hábitats (Convenio sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres, 1979).
- Convención sobre la Diversidad Biológica-1992, es un tratado vinculante que posee tres objetivos: (a) conservación de la diversidad, (b) participación justa y equitativa de los beneficios originados por el aprovechamiento de los recursos genéticos y (c) el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Las naciones miembros tienen el derecho de elaborar su propia política ambiental, manejando adecuadamente sus recursos naturales sin perjudicar el medio ambiente. posee tres objetivos: (a) (b) (c) (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1992).
- Convenio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre [CITES] – 1973, es un acuerdo entre naciones que tiene por objetivo asegurarse que la supervivencia de las especies de flora y fauna silvestre no se vea amenazada al incurrirse en la comercialización de los mismos ([CITES], 1983).

- Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático – 1992, tiene por objetivo lograr que las naciones miembros emprendan acciones a favor de estabilizar los gases de efecto invernadero presentes en la atmósfera, originados en su mayoría por la actividad antrópica, para lograr que los ecosistemas no se vean amenazados y logren la adaptación asegurando la sostenibilidad en el desarrollo económico de la sociedad (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992).

### **1.2.5. Legislación nacional relacionada a humedales**

- Constitución Política del Perú de 1993, señala en el artículo 67° que el estado es el responsable de establecer la política nacional del ambiente.; y en el artículo 68° indica que tiene por obligación la promoción de las áreas naturales protegidas y la diversidad biológica.
- Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley N° 27867, en el artículo 8° señala que la sostenibilidad es un principio de toda gestión, regional, pues busca promover el uso racional de los recursos naturales, la protección de la biodiversidad y la defensa del medio ambiente para lograr objetivos de desarrollo. Además, en el artículo 53° indica que el control y supervisión de las normas en materia ambiental y de uso de recursos naturales, son funciones del gobierno regional.
- Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, en su artículo 99° establece que se deben adoptar medidas de protección para los ecosistemas frágiles, entre los cuales se encuentran los humedales.
- Ley Sobre la Conservación y el Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, Ley N° 26839, establece el marco normativo legal para la conservación y aprovechamiento de la diversidad biológica en base al convenio de diversidad biológica [CDB].
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 29763, en el artículo 4° señala que el patrimonio forestal está constituido por:

(a) los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, (b) los recursos forestales y de fauna silvestre mantenidos en su fuente, (c) la diversidad biológica forestal y de fauna silvestre, incluyendo sus recursos genéticos, (d) los servicios de los ecosistemas forestales y de vegetación silvestre, y (e) los paisajes forestales y de vegetación silvestre en tanto sean de aprovechamiento económico.

- Ley General de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, en el artículo 5° señala que el agua perteneciente a los humedales está sujeta a regulación por la presente ley. Asimismo, en el artículo 6° reconoce a los humedales como bienes naturales asociados al agua.
- Ley Marco Sobre Cambio Climático, Ley N° 30754 (2018, p.2), en el artículo 3° señala que la mitigación y adaptación basadas en ecosistemas es uno de los enfoques para la gestión integral del cambio climático, en donde se debe:

Identificar e implementar acciones para la protección, manejo, conservación y restauración de ecosistemas, particularmente, de los ecosistemas frágiles, como los glaciares y ecosistemas de montaña; los ecosistemas marino costeros; y las áreas naturales protegidas, a fin de asegurar que estos continúen prestando servicios ecosistémicos.

- Decreto Supremo N° 205-2019-PMC, que modifica al Decreto Supremo que creó la Comisión Multisectorial de la Naturaleza Permanente denominada “Comisión Nacional de Humedales”
- Estrategia Nacional de Humedales, aprobada por Decreto Supremo N°004-2015 MINAM, aborda nuevos retos como el cambio climático, conservación productiva, manejo adaptativo y la gestión social participativa (MINAM,2015).
- La Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021 aprobada por Decreto Supremo N° 009-2014-MINAM, señala que el Perú cuenta con 13 humedales de importancia internacional o también conocidos como sitios Ramsar. Asimismo, en los objetivos de su plan de acción 2014-2018 resalta el mapeo de los humedales a nivel nacional y para el 2021 el mapeo de ecosistemas frágiles comprendidos en el artículo 99° de la Ley 28611 (MINAM, 2014).

- Reglamento de ZEE aprobado por Decreto Supremo N.º 087-2004-PCM, establece en su artículo 9º que los humedales deben ser categorizados dentro de las zonas de protección y conservación ecológica.
- Lineamientos para la Designación de Sitios Ramsar, Resolución Ministerial N° 248-2015-MINAM, establece los mecanismos para establecer sitios Ramsar en el Perú, en el marco de la Convención de Ramsar y a la normatividad nacional vigente.

### **1.2.6. Sistemas de información geográfica**

Domínguez (2000) define a los sistemas de información geográfica [SIG] como una técnica de procesamiento de información geográfica básica para obtener información derivada haciendo uso de herramientas informáticas constituidas por un software y un hardware que son manejados por personas con conocimiento técnico en la materia. Asimismo, Olaya (2012) define a los [SIG] como un sistema complejo en el que se emplea la tecnología informática (software y hardware) para desempeñar tareas específicas en función a información geográfica básica.

#### **Componentes y funciones de un SIG**

Según Olaya (2012) los componentes de un SIG son: (a) datos, (b) métodos, (c) software, (d) hardware y (e) personas. Además, señala que las funciones principales de un SIG son: (a) la generación de datos espaciales, (b) el análisis de datos espaciales y (c) la elaboración de informes, mapas, etc.

### **1.2.7. Teledetección**

La teledetección es una técnica en la cual se obtienen imágenes de la superficie continental, marina y atmosférica por medio de sensores, los cuales se encuentran instalados en satélites espaciales. Los sensores, al no estar en contacto directo con el objeto de interés, dependen de la radiación electromagnética, la cual es emitida por el objeto. La cantidad y tipo de radiación es determinada por la temperatura, es por ello que es emitida por todo cuerpo u

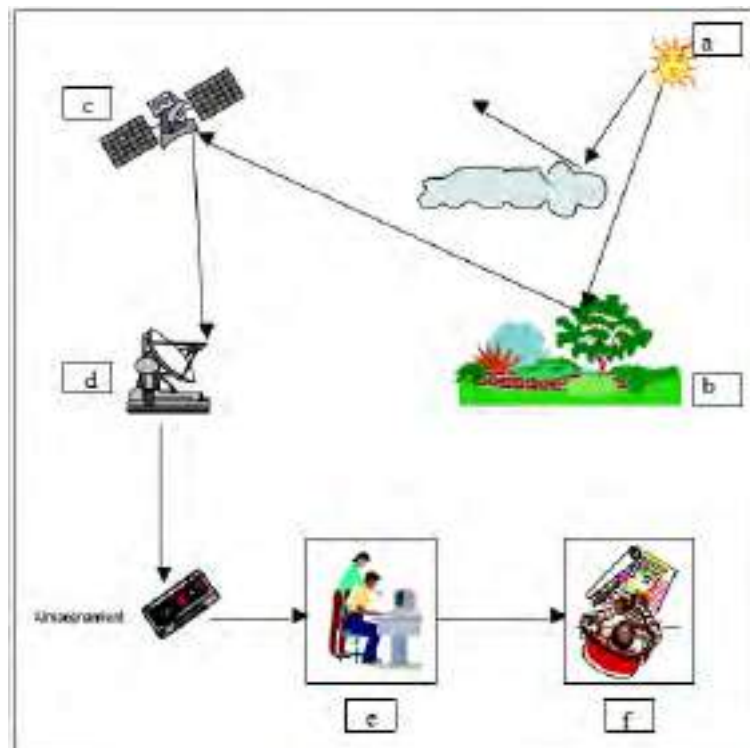
objeto inanimado, siendo el sol el mayor emisor (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2007).

Asimismo, Ormeño (2006) señala que la teledetección constituye un conjunto de técnicas destinadas a la adquisición de información de un objeto determinado, en base a las ondas electromagnéticas que emite, con la finalidad de ir midiendo los cambios que sufre sin estar en contacto con él.

### Componentes de la teledetección

Chuvieco (1995) señala que la teledetección está compuesta por seis elementos (Figura 2):

- (a) Fuente de poder (Radiación solar)
- (b) Cobertura o superficie
- (c) Sensor codificador
- (d) Instrumento receptor
- (e) Equipo especialista
- (f) Consumidor final



*Figura 2. Componentes de la teledetección. Fuente: IGAC (2007).*

### **1.2.8. Los SIG y la teledetección aplicada al estudio de humedales**

El uso de los Sistemas de Información Geográfica y la teledetección se han convertido en herramientas muy útiles para el estudio de los recursos naturales. Esto se debe a las facilidades que proporcionan para administrar y analizar la información geográfica de una determinada región con la finalidad de tomar decisiones para la gestión de los espacios naturales.

Según Ortega (2011) citado por Martínez *et al.* (2014), el estudio de los humedales se ha realizado tradicionalmente mediante la interpretación de mapas, el trabajo de campo, el análisis de laboratorio y la fotointerpretación, pero actualmente el uso de imágenes satelitales es una valiosa fuente de información para el estudio de los humedales porque permite obtener información relacionada a la extensión en diferentes periodos de tiempo, humedad, temperatura, presencia de materia orgánica, etcétera; lo cual no se puede obtener mediante la interpretación de fotografías aéreas convencionales.

Debido a la importancia que tienen los humedales para la sociedad, la Convención de Ramsar ha apoyado el desarrollo de inventarios nacionales de humedales. Es por ello que aprobó el “Marco de Ramsar para el Inventario de Humedales” en donde se recomienda una jerarquía de escalas a seguir para realizar un correcto inventario y hace hincapié en la importancia de emplear los sistemas de información geográfica y la teledetección para realizar inventarios. Esto se debe a que el uso de los SIG y la teledetección va a permitir representar componentes espaciales como: (a) los suelos, (b) la altitud, (c) la hidrología, (d) la cobertura vegetal, (e) el clima, (f) fauna y (g) la perturbación antrópica; los cuales son muy importantes para la conservación, restauración y un eficiente manejo de estos ecosistemas (Lowry, 2005)

### **1.2.9. Tensores ambientales**

Beltrán y Suárez (2010) afirman que los tensores ambientales son todos aquellos problemas que pueden influir positiva o negativamente sobre un ecosistema determinado. Por otra parte, Gómez y Triana (2015) afirman que los tensores ambientales son aquellos factores que generan afectación o tensión en un determinado ecosistema con el paso del tiempo debido a su constante realización. Una descripción desde el punto de vista ecológico la presenta Odun (1989), citado por Almeida-Funo (2010), al señalar que los tensores ambientales son aquellos factores que perturban el equilibrio de un determinado sistema al eliminar la energía de los organismos que habitan en este, generando así un desequilibrio en el medio ambiente.

Según las declaraciones del Dr. Christopher Briggs, secretario general de la Convención de Ramsar los principales problemas que afectan a los humedales y están causando su constante pérdida y deterioro son: (a) cambio de uso de suelos, (b) desviación del agua, (c) aumento de la infraestructura, (d) contaminación del aire y agua y (e) el exceso de nutrientes (Ramsar, 2015). Asimismo, Jaramillo-Londoño *et al.* (2017) sostiene que los humedales proveen diferentes servicios ecosistémicos, pero que la prevalencia de ellos puede verse afectada por la presencia de tensores ambientales los cuales se derivan de la intervención directa del hombre como, por ejemplo: (a) los vertimientos domésticos, (b) vertimientos ganaderos y (c) la compactación de terreno producto de la expansión del área urbana.

### **1.2.10. Conservación de humedales**

Según Páez *et al.* (2017), la conservación engloba todas las acciones destinadas al manejo, cuidado y uso de los recursos de un territorio determinado de manera sostenible evitando alterar la identidad, costumbres y forma de vida de la población. Es por ello que, la Secretaría de la Convención de Ramsar (2010b) resalta la necesidad de inventariar, monitorear y evaluar los humedales existentes con el objeto de conocer su situación actual y establecer propuestas de gestión con la finalidad de lograr su preservación.



La importancia de conservar los humedales radica en que estos ecosistemas se encuentran entre los más productivos del planeta por las funciones ecológicas que cumple y a su vez por los beneficios que brinda para el desarrollo de las comunidades que habitan cerca de ellos (Blanco, 1999). A nivel nacional son diversas las iniciativas de conservación de estos ecosistemas, estas iniciativas muchas veces surgen por el propio interés de la población quienes buscan evitar que estos ecosistemas se degraden. Si bien es cierto, en el Perú existe la Estrategia Nacional de Humedales (2015) la cual presenta lineamientos específicos para poder abordar el aspecto de la gestión de estos ecosistemas, la necesidad de una normativa específica que garantice la conservación de estos ecosistemas sigue siendo necesaria para así evitar que estos ecosistemas se continúen perdiendo (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA], 2020).

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Diseño de la investigación**

Según Carrasco (2013) una investigación descriptiva hace referencia al estudio de las características o cualidades de un determinado fenómeno de la realidad en un momento determinado. De igual manera, Hernández *et al.* (2014) afirma que las investigaciones de alcance descriptivo solamente buscan medir o recoger información sobre las variables que son objeto de estudio. Respecto al diseño de investigación, Carrasco (2013) menciona que los diseños no experimentales de tipo transversal son utilizados para realizar estudios de un determinado fenómeno en un momento determinado. Mientras que, por otro lado, los diseños no experimentales de tipo longitudinal o evolutivos analizan los cambios de un fenómeno con el paso del tiempo (Hernández *et al.*, 2014). Es por ello, que la presente investigación fue de alcance descriptivo y presenta un diseño de tipo no experimental- transversal para la evaluación de los componentes de ornitofauna, flora vascular, parámetros físico-químicos y la identificación de tensores ambientales; y también, presenta un diseño no experimental-longitudinal para la evaluación de la pérdida de la cobertura vegetal del humedal en un periodo de 33 años.

### **2.2. Lugar y fecha**

El humedal Huacho-Hualmay-Carquín está ubicado en la zona Nor-Oeste de la provincia de Huaura, departamento de Lima, entre los humedales El Paraíso y el Área de Conservación Regional Albuferas de Medio Mundo, en las costas de los distritos de Huacho, Hualmay y Carquín. Ubicado entre las coordenadas geográficas de 10°56'41,9" de Latitud Sur y 77°39'25,2 de Longitud Oeste (Figura 3). Sus límites son: Por el Norte limitan con el distrito de Huaura, por el Sur con el puerto de Huacho, por el Este con la zona urbana de los distritos de Huacho, Hualmay y Carquín y por el Oeste con el Océano Pacífico y se encuentra a una altitud aproximada de 8.m.s.n.m. La presente investigación

tuvo una duración de 12 meses empezando en el mes de julio del 2019 hasta julio del 2020.

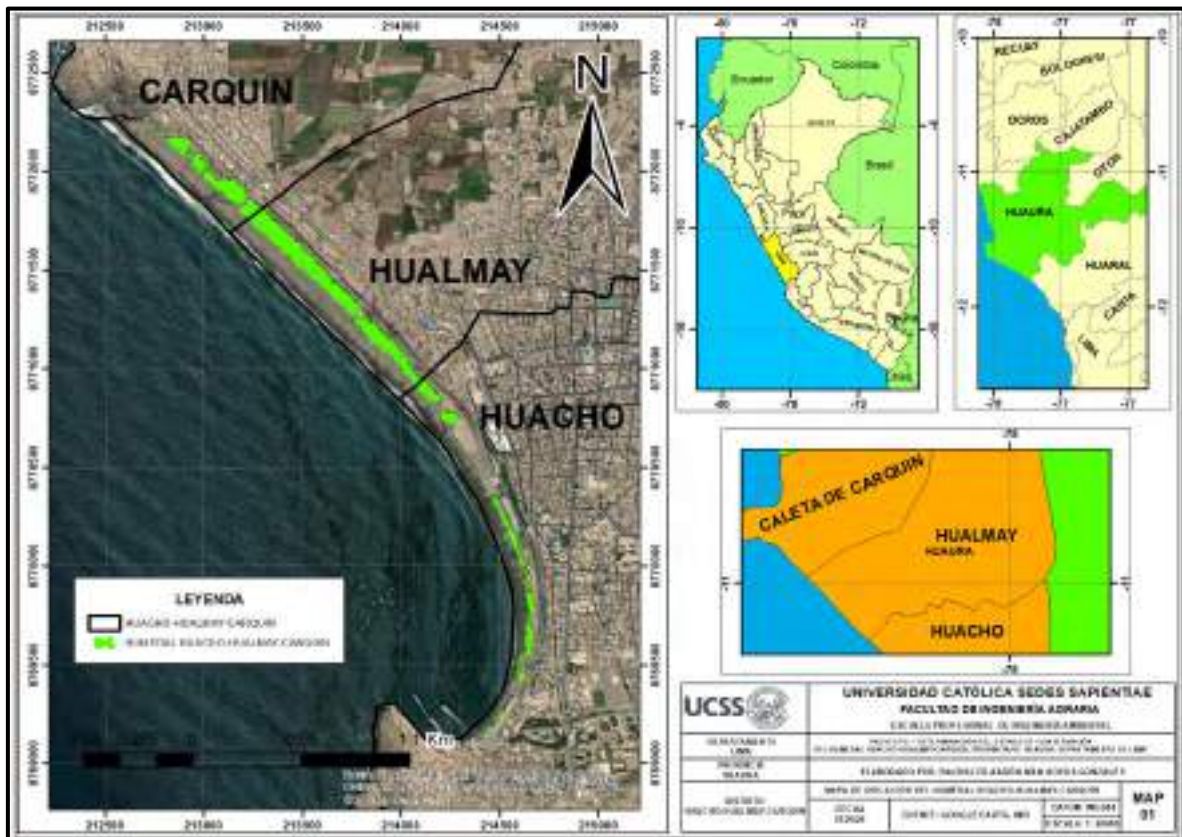


Figura 3. Mapa de ubicación del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

### 2.3. Características biofísicas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín

#### Delimitación territorial y protección

El humedal Huacho-Hualmay-Carquín territorialmente se encuentra distribuido en los distritos que le dan el nombre. Históricamente siempre ha sido un solo humedal, pero por cuestiones limítrofes cada distrito le ha dado una denominación diferente en función a la distribución espacial del ecosistema. Siendo con frecuencia utilizados los términos de: Humedal de Carquín, Humedal de Hualmay y Humedal de Huacho, para referirse a la porción de humedal de cada distrito.

La Municipalidad Provincial de Huaura, en su iniciativa de liderar los procesos de desarrollo urbano y territorial y poder contar con los instrumentos de Gestión Territorial que le permitan ordenar el territorio de la Provincia de Huaura y la Ciudad de Huacho; solicitó el año 2012, al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la celebración de un Convenio de Asistencia Técnica, enmarcado dentro del proyecto “Fortalecimiento y Desarrollo de Capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Provincia de Huaura”, para la formulación y supervisión del Plan de Acondicionamiento Territorial de la Provincia de Huaura y del Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Huacho.

En cumplimiento del “Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano” establecido por D.S. 004-2011-VIVIVENDA, fue elaborado el “Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huacho 2013-2022” aprobado por Ordenanza Municipal N° 004-2014 mediante el cual se establece la zonificación que se asignará al distrito de Huacho y cuyo ámbito de aplicación también rige para los distritos de Hualmay, Caleta de Carquín, Huaura y Santa María (Figura 4).

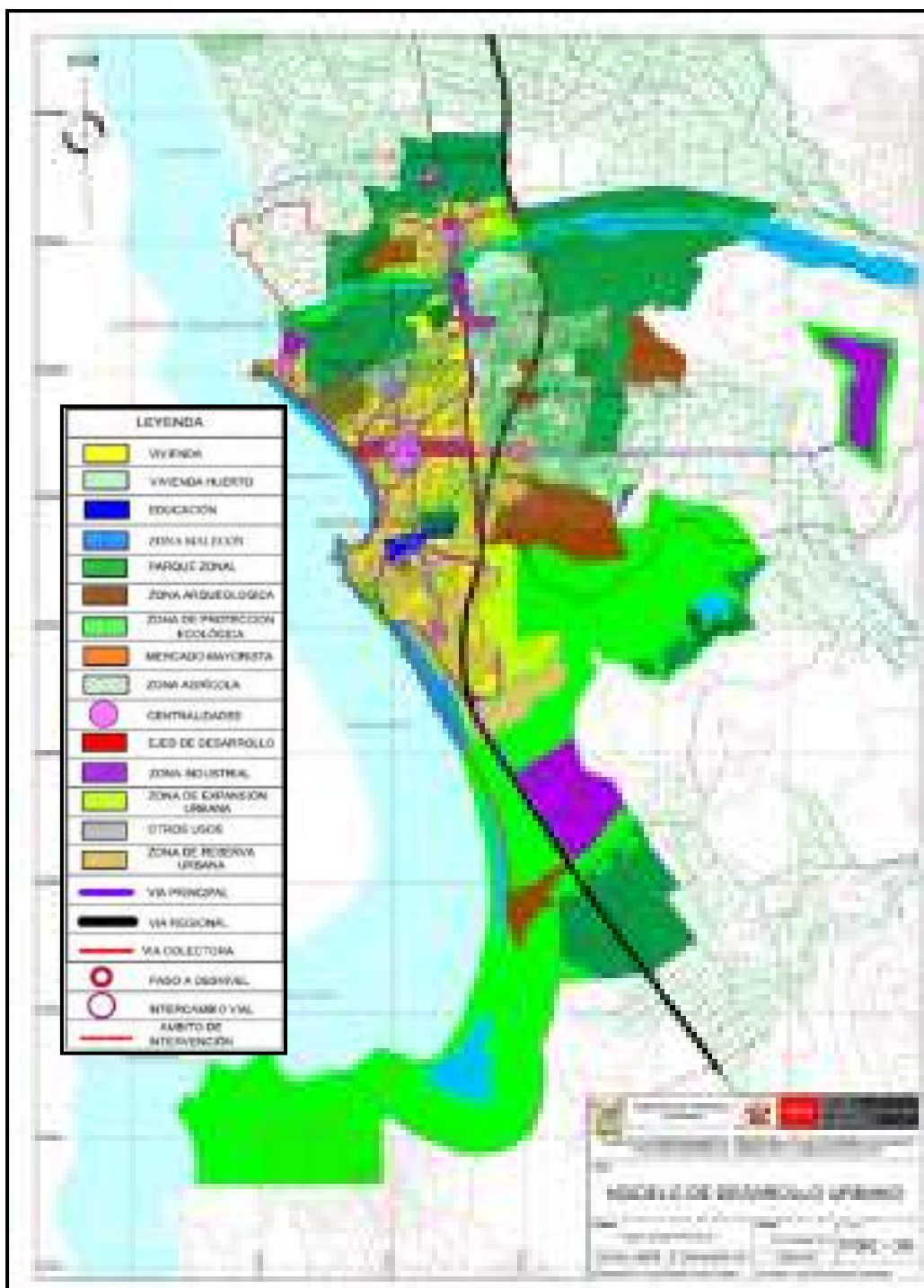
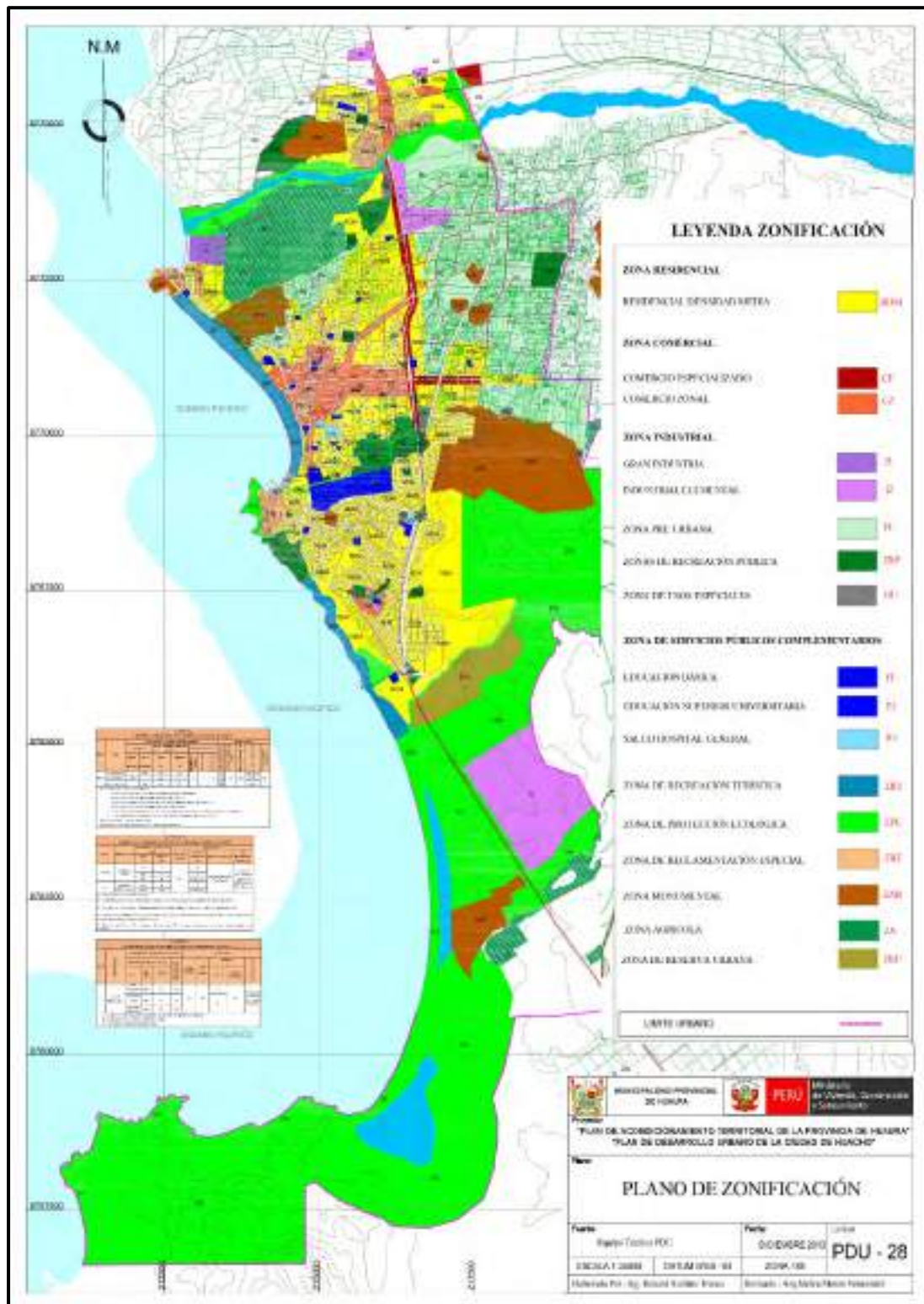


Figura 4. Imagen de la zonificación de la ciudad de Huacho. Fuente: Municipalidad Provincial de Huaura (2013).

En base al “Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huacho 2013-2022” este humedal se encuentra dentro de la categoría de Zona de Recreación Turística (Figura 5) correspondiéndole realmente la categoría de Zona de Reglamentación Especial al no ser un área urbanizable, en base el artículo 82 ° del D.S. 022-2016-VIVIVENDA. Por otro lado, según los lineamientos establecidos para desarrollar procesos de Zonificación Ecológica

Económica la categoría que le correspondería sería Zona de Conservación y Protección Ecológica según lo dispuesto en el artículo 9° del Reglamento de ZEE Decreto Supremo N.º 087-2004-PCM.



*Figura 5. Imagen de la zonificación de la ciudad de Huacho. Fuente: Municipalidad Provincial de Huaura (2013).*

A la fecha, este ecosistema, no cuenta con un instrumento legal, generado por la autoridad local, que garantice su protección, encontrándose en una situación vulnerable a cualquier tipo de perturbación.

### **Geología y geomorfología**

La zona correspondiente a los distritos de Huacho, Hualmay y Carrquín se encuentra dentro de la unidad litológica de Depósitos Inconsolidados, específicamente dentro de la Subunidad I-2, perteneciente a los Depósitos Aluviales y Proluviales (Pari *et al.*, 2010). Asimismo, las condiciones geomorfológicas que presentan corresponden a una planicie fluvio-aluvial y a un borde litoral (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico [INGEMET], 1990; Pari *et al.*, 2010).

### **Suelos**

Según el Mapa de Suelos del Perú, el símbolo que le corresponde al espacio geográfico en el que se encuentra el humedal es FLe-RGe, lo cual indica que la asociación edáfica predominante en el territorio es un suelo Fluviosol eutríco – Regosol eutríco (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2010). Lo cual coincide con los resultados obtenidos por De la Cruz *et al.* (2018) quien realizó un estudio sobre la granulometría, humedad y características que presentan los suelos de Huacho, encontrando en su unidad de muestreo N° 1, tomada de la Playa Chorrillos, una baja plasticidad debido a la ausencia de arcillas y limos, un alto nivel de permeabilidad, un bajo nivel de compactación y un 17,30 % de humedad (que puede deberse a su cercanía al mar). Concluyendo que el suelo presente es del tipo de regosol.

### **Clima**

El tipo de clima que presenta la zona donde se encuentra ubicado el humedal, según la clasificación Thornthwait, corresponde a clima árido, semicálido y húmedo con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año [E(d) B'1 H3] (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2010).

## **Clasificación de Holdrige**

Según la clasificación Holdrige, la zona de vida en la que se encuentra el humedal de Huacho-Hualmay-Carquín, corresponde al desierto desecado – Subtropical, cuya superficie a nivel nacional es de 33 760 km<sup>2</sup> (Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA], 1995).

## **Hidrología**

El humedal se encuentra en la parte baja del valle de Huaura cerca de la desembocadura del río Huaura. En base a la información generada por la Autoridad Nacional del Agua [ANA] (2009) el humedal estaría en la intercuenca N° 137559 siendo el río Huaura su principal abastecedor de agua por la posición geográfica en la que se encuentra.

Debajo del humedal, en la parte baja del valle de Huaura, se encuentra el sistema de acuífero de tipo poroso no consolidado, el cual podría ser la principal fuente de agua de este ecosistema, debido a que los espejos de agua presentes en este humedal se forman a partir del afloramiento de aguas subterráneas conocidos, históricamente, por la población local como “Chorrillos”. A la fecha no hay un estudio hidrogeológico de este humedal para determinar si la única fuente de agua son las aguas del acuífero o si también recibe aportes del mar.

El acuífero poroso no consolidado, se caracteriza porque su estructura geológica está compuesta por partículas granulares sin cementar, lo que ocasiona que se puedan generar condiciones de percolación, permitiéndose que sea mucho más factible para el aprovechamiento de las aguas subterráneas (Peña *et al.*,2019).

Según el Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA] (2005), el valle de Huaura contaba con 665 pozos, de los cuales 181 eran utilizados y el volumen de agua explotada fue de 10´ 052 063,56 m<sup>3</sup> (10,05 MMC). El mayor volumen de explotación, según su uso, correspondía al: (a) uso doméstico con 6 455 411,02 m<sup>3</sup> (64,22 %), (b) uso agrícola con 2



566 038,40 m<sup>3</sup> (25,53 %), (c) uso pecuario 935 926,94 m<sup>3</sup> (9,31 %) y (d) uso industrial 94 687,20 m<sup>3</sup> (0,94 %). Por otro lado, entre los distritos en los que se encuentra distribuido el humedal, el distrito de Hualmay es el que presentó mayor consumo de agua (1 633 625,40 m<sup>3</sup>) seguido de Huacho (1 009 712,70 m<sup>3</sup>) y Carquín (11 324,40 m<sup>3</sup>).

Peña *et al.*, (2019) mostraron los estudios hidrogeológicos regionales de la calidad de agua subterránea de la cuenca del Río Huaura en las que se evaluaron las principales fuentes emergentes. En la parte baja del valle de Huaura (la zona perteneciente al humedal de Huacho-Hualmay-Carquín) tomaron como referencia 4 manantiales distribuidos a lo largo de todo el litoral. Los manantiales evaluados pertenecientes al sector de Carquín-Hualmay registraron un caudal de 10 l/s y 8 l/s respectivamente, mientras que los dos Chorrillos que se evaluaron en la zona de Huacho registraron un caudal de 10 l/s y 11 l/s. Ubicándolos así, en la cuarta y quinta categoría, según la clasificación de manantiales propuesta por Meinzer (1923), lo cual significa que el acuífero del que provienen es altamente productivo.

## **Fauna**

El humedal Carquín-Hualmay cuenta con una variedad importante de macro invertebrados bentónicos, encontrándose en el lugar 13 órdenes divididos en 34 familias y 42 géneros siendo los órdenes Diptera (61 %), Hemiptera (8 %) y Amphipoda (7 %) los más resaltantes. Además, familias Chironomidae (51 %), Ceratopogonidae y Hyalellidae (7 %) son las más abundantes y los géneros Goeldichironomus, Culicoides (Diptera) y Hyalella (Amphipoda) los más representativos (Castillo y Gómez, 2017).

En lo que respecta a riqueza de ornitofauna, en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín se han registrado 39 especies (Astocaza, 2018). Asimismo, en los cuerpos de agua se pueden apreciar especies de peces, que según los pescadores locales corresponden a las especies de carpa (*Cyprinus carpio* L.) y tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) quedando por corroborar la riqueza exacta de ictiofauna presente en los espejos de agua.

## **Flora**

Aponte y Cano (2018) señalan que el humedal de Carquín-Hualmay es el tercer humedal más rico, de la costa de Lima, en lo que respecta a riqueza florística (41 especies registradas), solo siendo superado por los humedales de Pantanos de Villa (51 especies) y Puerto Viejo (67 especies). Las familias más abundantes son: Poaceae (7 especies) y Cyperaceae (5 especies).

### **Descripción de las unidades de vegetación presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín**

La primera referencia de las comunidades de flora vascular presentes en el humedal fue realizada por Aponte y Cano (2018) como se reporta en el artículo titulado “Flora vascular del Humedal de Carquín – Hualmay, Huaura (Lima, Perú)”. En él se menciona la presencia de juncuales, gramadales y comunidades mixtas que se encuentran conformadas por mezclas de gramadales, juncuales y especies de porte bajo, sin embargo, no muestra una representación cartográfica de la ubicación de las mismas y el estudio solo fue limitado hasta el distrito de Hualmay. Para fines de la presente investigación y teniendo como base estos datos se procedió a realizar una clasificación referencial del humedal considerando unidades de vegetación y zonas aledañas abarcando la totalidad del humedal. Para ello se realizó una salida de campo recorriéndose la totalidad del humedal y por medio de la interpretación visual se digitalizó sobre una imagen satelital World View - 3 obtenida de la plataforma SAS PLANET debido a que esta, cuenta con una alta resolución espacial (0,6 metros). Es necesario precisar que las unidades fueron agrupadas según lo observado en campo, sin embargo, para tener una referencia exacta de la distribución espacial de las unidades de vegetación es necesario realizar una clasificación supervisada utilizando imágenes de alta resolución debido a que la extensión del humedal es muy pequeña para diferenciar con exactitud las coberturas presentes (Figura 6).

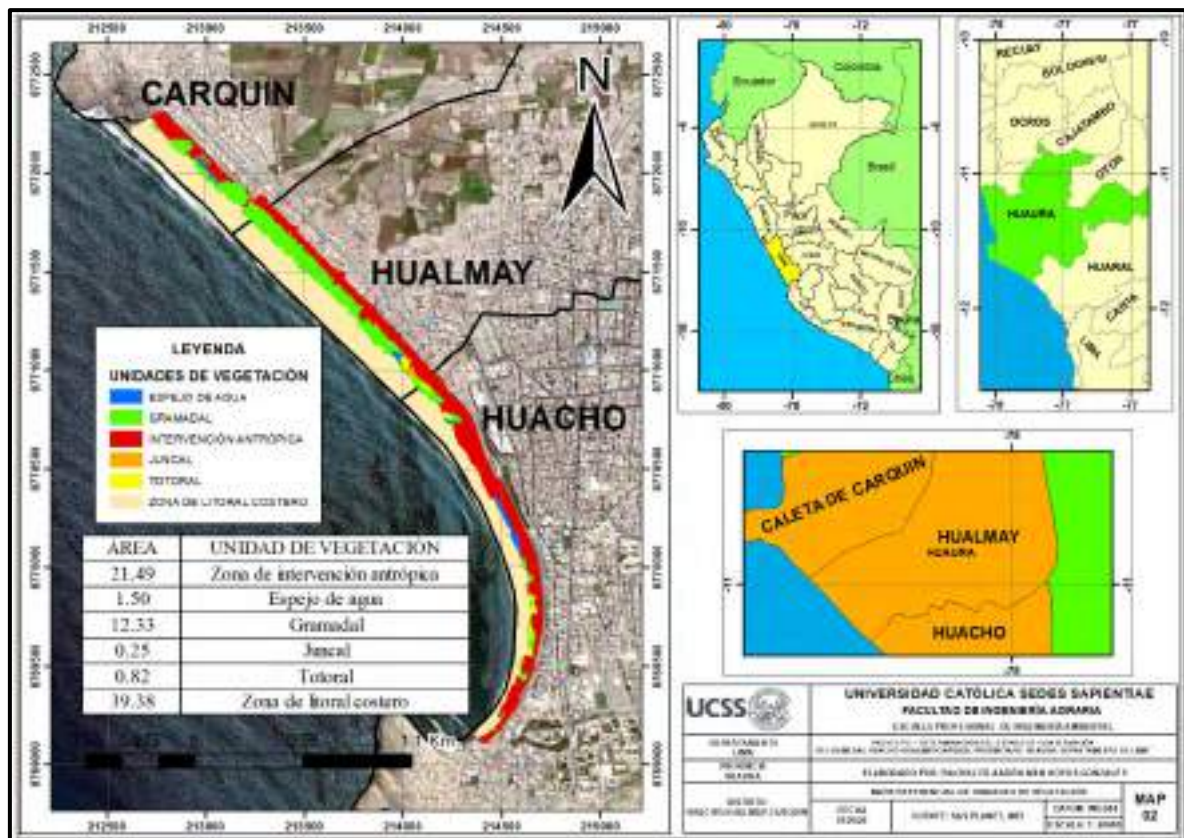


Figura 6. Mapa referencial de las unidades de vegetación del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

### Juncal

Los juncales de este humedal estuvieron caracterizados por la predominancia de *Schoenoplectus americanus* (Pers.) Volkart ex Schinz & R. Keller (Aponte y Cano, 2018).

### Gramadal

Se encuentran representados por la predominancia de *Distichlis spicata* Greene, *Paspalum vaginatum* Swartz. o *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth (Aponte y Cano, 2018), también presentan en algunos sectores asociaciones con juncales y la presencia de pequeñas poblaciones de *Lippia nodiflora* (L.) Michx y otras especies de porte bajo como *Spilanthes urens* Jacq, *Heliotropium curassavicum* L..

## **Total**

Se encuentran conformados por la especie “tatora enea” *Typha domingensis* Pers. y también la presencia de “tatora balsa” *Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.)

Soják. siendo la primera la que tiene mayor presencia en la parte sur del humedal, en el distrito de Huacho.

## **Cuerpos de agua**

Se encuentra conformado por los cuerpos de agua temporales y permanentes presentes en el humedal originados a partir de las filtraciones de las aguas subterráneas. En ellos se puede apreciar, en algunos sectores del humedal, la presencia de especies como *Lemna minuta* Kunth, *Eichhornia crassipes* M. y *Azolla filiculoides* L.

## **Zona de intervención antrópica**

Se encuentra conformada por los espacios donde se encuentran restos de demolición y son frecuentemente impactados por el arrojado de desmonte. Además, también se encuentran conformados por la infraestructura turística y recreativa instalada.

## **Zona de litoral costero**

Se encuentra conformado por la zona de playa y arena que se encuentra junto al humedal.

## **Valor histórico-cultural**

El humedal de Huacho-Hualmay-Carquín ha estado presente en la historia de los tres distritos en los que se distribuye. Antiguamente, los humedales no eran conocidos como tales, sin embargo, siempre han servido como fuente de recursos para el desarrollo de las poblaciones que antiguamente se asentaban en las costas del litoral del norte chico.

Van Dalen (2010), dio a conocer los avances de los trabajos de investigación realizados en la Huaca N° 30 del Complejo Arqueológico de Hualmay, tomando como antecedentes la información de la arqueóloga Mercedes Cárdenas Martín [1988;2005] y el Dr Arturo Ruíz Estrada [1991]. El estudio concluye que el Complejo Arqueológico de Hualmay, fue el asentamiento Chancay más grande e importante de todo el valle de Huaura, de rol puramente residencial, que pudo haber sido habitado por familias de la élite local. Presenta cuatro periodos de ocupación que abarcan desde finales del Horizonte Medio hasta la transición colonial (1533-1557 dc.). Asimismo, menciona que las actividades más practicadas, por el hualmayuno antiguo, eran la agricultura y la pesca, valiéndose en gran medida de los recursos hidrobiológicos propios del ecosistema marino, pero por otro lado también es posible que hayan aprovechado las formaciones de totora y junco que crecen en el humedal, el cual se encuentra en la parte paralela a la playa.

Por otro lado, el aprovechamiento de los recursos que provee este humedal también es mencionados por Torero (2000a, p. 41) quien hace la mención en un pasaje de su artículo titulado “Fundación y Reducción española de Huacho”:

En cuanto a Huacho – como pueblo- fue creado junto al ayllu de Chaquila por reducción de aquel y los ayllus del valle (Luriamá, Chontac, Cántac, Cuñín, Tomi Kalla, Hualmay, Carquín, Amay y otros). Posteriormente (1570-71) con el virrey Francisco de Toledo – en base a sus famosas «Ordenanzas» - se produce una nueva reducción que opera el traslado de pobladores de Las Salinas y las Lomas de Lachay a Huacho. A estos últimos se les dio tierras en el Ayllu de Cántac, llamándose desde ese entonces Cántac Lachay (hoy tierras donde se encuentra el Estadio de Huacho y algunas urbanizaciones).

Las ordenanzas de Toledo determinaron también la imposición de la cultura hispánica, lo que supone la superposición sobre la nativa, sobre sus tradiciones y creaciones, lo que incidió en su desaparición hacia mediados del siglo XVII... En cuanto al lugar, fue fundado Huacho como pueblo, asiento de autoridades indígenas «junto a la mar» y «al lado del ayllu de Chaquila o Guachu», cuyo nombre tomó probablemente por designarse así esta parte del valle circundada por los ayllus de Hualmay, Amay, quizá el ayllu forastero de Mochic que no poseía tierra y al parecer moraba en la playa «tejedores de junco y totora» y la misma Chaquila, hoy viejo barrio de pescadores de Huacho.

Durante el proceso de la independencia del Perú las playas de Huacho tuvieron gran relevancia debido a que fue donde llegó la expedición libertadora un 28 de marzo de 1819 y posteriormente se dio el desembarco del ejército libertador un 10 de noviembre de 1820.

Este hecho es mencionado en los diarios de Cochrane. Torero (2000b, p. 48), menciona algunos fragmentos del diario del oficial, en el artículo “Huacho Puerto, de Libertad”:

No habiendo producido más que demostraciones inútiles las tentativas que habíamos hecho y hallándose los buques faltos de agua y provisiones, nos vimos en la necesidad de ir a Huacho, dejando al Chacabuco para observar los movimientos del enemigo... siguióse el rumbo a sotavento y a las cinco de la tarde después de una espesísima niebla nos aparecimos enfrente de Huacho donde se ancló y pasó la noche.

Asimismo, el autor, hace mención de los acontecimientos que sucedieron luego de la llegada de Cochrane a la playa huachana en la cual los chorrillos de Huacho fueron utilizados para proveer agua a la Escuadra Libertadora:

Al día siguiente, desde muy temprano, los huachanos acudieron a la playa al ver la bandera chilena en los barcos que pensaron sería un convoy español. Cochrane hizo desembarcar lanchones y alguna tropa a buscar agua; la gente agolpada en la playa les ayudaba a cargarla en los chorrillos y en pocos momentos las naves se vieron rodeadas de botes huachanos que les llevaban toda clase de víveres. La playa se llenó de gente con acémilas cargadas de granos, frutas, aves y de toda clase de productos de su ubérrima campiña, así como vacas, chanchos, pescado y otras especies de mar, azúcar, sal, etc.

Ipinze (1966, p. 64) proporciona algunos datos históricos en base a la descripción que realizó Antonio Raimondi cuando llegó a Huacho un 24 de septiembre de 1867 donde menciona, al referirse a las viviendas, que : “Las casas varían mucho, desde la simple choza de totora, al estilo primitivo, hasta las elegantes de construcción moderna...”Esta mención surge luego del proceso de independencia del Perú, haciendo mención a la utilización de recursos vegetales como totora para la construcción de las casas de los habitantes huachanos.

A principios de la primera década del siglo XX, el humedal seguía siendo frecuentado por la población local y los ganaderos que traían a pastear sus vacas y caballos, tal como se puede apreciar en la Figura 7.



*Figura 7.* En playa Chorrillo: Alicia Drago Persivale, Blanca Drago Persivale, Olga Serpa, Víctor Campos, Reynaldo Serpa, Edel Mina Castillo, Lina Montes, Año 1906. *Fuente:* Archivo Regional de Lima.

Huacho siempre ha sido una ciudad visitada por connotadas celebridades de diferentes oficios, quienes dejaron gratos recuerdos en la memoria de la población que vivió esas experiencias. En el año de 1902, José Santos Chocano se hizo presente en Huacho, dejando como recuerdo un poema poco conocido, el cual lo escribió al encontrarse sobre los gramadales, que se encontraban debajo de los ahora desaparecidos baños públicos de Huacho, de la playa Chorrillos. Ese poema fue recitado por el “Cantor de América”, en una velada musical que fue organizada por los socios del Club Unión Huachana, en honor a la presencia de José Santos Chocano y Hildebrando Fuentes, y se llevó a cabo en el teatro 28 de Julio.

Este suceso es mencionado por Eguiguren (2018, p. 107) quien estuvo presente cuando sucedieron los hechos, describiéndolos en su libro “Huacho de Antaño”.

En la mañana del día de la velada, los bañistas vimos a Chocano sentado en la grama de la playa, a la vera del antiguo y ya desaparecido establecimiento de los baños de Chorrillos, frente a la mar, escribiendo los versos que en la noche recitó como él sabía hacerlo; es decir, con gesto elocuente, clara dicción y voz sonora que se escuchó perfectamente aun fuera del recinto del coliseo malambino... Después de dar las palabras de agradecimiento por el homenaje que recibió, declamó la composición poética que había escrito en la playa Chorrillos

Cuando extraviado se halla el caminante envuelto  
en el velo de la sombra,  
para poder seguir hacia adelante,  
hollando el césped cual mullida alfombra;  
se orienta por las luces que a lo lejos  
acribillan la frente de la aldea:  
siempre basta un grupo de reflejos  
si es que se tiene voluntad e idea.  
Cuando cerca a la playa, barca rota,  
La suspirada tierra no adivina,  
porque alrededor impenetrable flota  
cual bostezo de sueño, la neblina;  
se orienta por los trágicos clamores  
con que la ola al reventar vocea:  
siempre basta un puñado de rumores  
si es que se tiene voluntad e idea.  
Decidme adonde, y marcharé en seguida,  
probadme si queréis, dejadme a solas  
yo siempre tendrá para guiar mi vida  
grupos de luces o rumores de olas,  
con la mirada fija en el destino  
y el oído atento en la pelea,  
si es que llevo a extraviarme en el camino,  
para eso tengo voluntad e idea.

En 1917 Abraham Valdelomar visitó Huacho dejando como recuerdo un retrato de la bajada a los baños públicos de Huacho, los cuales al día de hoy ya no existen. Estos baños eran usados por la población local y el agua provenía de las filtraciones que afloraban en el lugar.

Con el paso de los años fueron aumentando los asentamientos poblacionales y surgieron los distritos de Hualmay (1917) y Caleta de Carquín (1941). Las construcciones de las viviendas se fueron llevando a cabo cerca a los humedales y en el corazón de las ciudades y por lo tanto los desmontes que se generaron fueron, en su mayoría, arrojados a este ecosistema ocasionando que poco a poco se fuera reduciendo por el impacto que generaban dichos desechos (ver Apéndice 1).



## 2.4. Población y muestra

La investigación tuvo como objeto de estudio el humedal Huacho-Hualmay-Carquín en la que contempló la percepción de la población sobre los principales tensores ambientales que insidían en el humedal. Es por ello, que se consideró la aplicación de una encuesta a los pobladores locales. La determinación de la muestra se realizó mediante fórmula estadística considerando poblaciones infinitas (Carrasco, 2013), donde:

$$n = \frac{Z^2 p q}{e^2}$$

n= muestra.

Z= Nivel de confianza.

P= Probabilidad de éxito.

Q= Probabilidad de fracaso.

E= Error.

Los valores de p y q correspondieron a un valor de 0,5, en cuanto al nivel de confianza se trabajó con 95 % de confianza y un margen de error del 5 %. Obteniendo como muestra a encuestar un total de 384 habitantes.

## 2.5. Descripción de la investigación

El presente trabajo se dividió en cuatros fases las cuales se muestran en el cronograma presente en el Apéndice 2:

### Fase preliminar

Durante esta etapa que se desarrolló entre los meses de julio a diciembre se descargaron las imágenes satelitales de la plataforma Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) a las que se les aplicó la calibración radiométrica y corrección atmosférica. Las imágenes empleadas fueron del sensor Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI cuya resolución espacial es de 30 metros. Asimismo, se elaboró la cartografía base tomando como referencia una imagen satelital de la plataforma SAS PLANET por su alta resolución espacial.

### **Fase de campo**

El tiempo de desarrollo de esta etapa comprendió desde el mes de julio del 2019 al mes de febrero del 2020. Durante ese periodo de tiempo, se realizó la evaluación de la ornitofauna presente en el humedal, la toma de encuestas, la evaluación de flora vascular, la identificación de los tensores ambientales y su respectiva georreferenciación y el muestro para la evaluación de la calidad de los espejos de agua.

### **Fase de laboratorio**

Se elaboró el listado final de las especies encontradas de ornitofauna y flora vascular. Además, se determinó la variación de la cobertura del humedal en base a las imágenes satelitales procesadas. Asimismo, se procesaron las encuestas y los resultados de los análisis de muestras de agua.

### **Fase de gabinete**

Se realizó el análisis e interpretación de la información resultante y se redactó el informe final.

### **Metodología**

Para una mayor comprensión de la situación del humedal, considerando la cuestión limítrofe de cada distrito, se fraccionó el humedal en tres sectores en base al reconocimiento realizado en campo y las observaciones hechas a las imágenes satelitales. El primer sector (A) corresponde al distrito de Caleta de Carquín, el segundo sector (B) corresponde al distrito de Hualmay y el último sector (C) corresponde al distrito de Huacho (Figura 8).

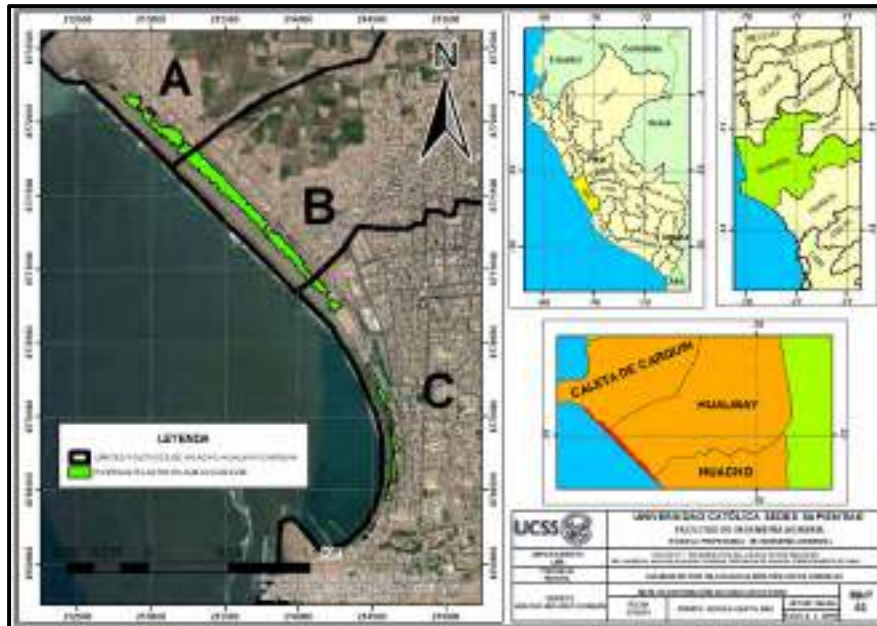


Figura 8. Área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

La presente investigación se desarrolló según los objetivos específicos planteados que a continuación se describen:

El primer objetivo específico en el que se busca evaluar la riqueza de especies de ornitofauna y flora vascular presentes en el humedal por medio de una evaluación rápida se dividió en dos fases:

**a. Evaluación de la riqueza de ornitofauna presente en el humedal**

Tuvo una duración de 5 meses desde julio a noviembre con una frecuencia de dos veces por mes y un intervalo de quince días entre censo.

Para ello se utilizó la metodología de puntos de conteo (Ralph *et al.*, 1995, United States Environmental Protection Agency [U.S. EPA], 2002.); la cual consistió en permanecer en un punto fijo, durante el periodo de tiempo de 10 minutos y se registraron todas las aves vistas y oídas, los conteos se realizaron durante las primeras 4 horas de la mañana, después de la salida del sol (U.S. EPA, 2002) aunque en algunos casos se excedieron debido a la distancia de separación entre los puntos (Ralph *et al.*, 1995) de este modo se empezaba a las 7:00 a. m. y se culminaba como máximo a las 11 a. m. debido a la longitud del humedal.

Debido a la irregularidad en la distribución de las unidades de vegetación y a la extensión de la misma, en algunos puntos se pudo evaluar más de un tipo de unidad, pero siempre se separó los datos obtenidos de acuerdo a la unidad en la que se encontró. La observación de las especies se realizó utilizando binoculares OLYMPUS modelo 8 x 21, los datos se registraron en una matriz elaborada (ver Apéndice 3) y la identificación se realizó utilizando guías de aves de humedales, y las especies a las que no se les pudo identificar en campo se realizó el registro fotográfico respectivo para su consulta a ornitólogos.

Los puntos de conteo se distribuyeron a lo largo de todo el humedal considerando las principales unidades de vegetación presentes: (a) gramadal, (b) juncal, (c) totoral, (d) espejo de agua, (e) la zona de litoral costero y también se incluyó (f) la zona de intervención antrópica debido a su tan cercana relación con el humedal (ver Apéndice 4).

#### **b. Evaluación de la riqueza de flora vascular presente en el humedal**

Tuvo una duración de un mes con una frecuencia de una vez y se realizó en el mes de febrero por medio de una colecta general y también se consideró la identificación en campo de las especies de fácil identificación para así evitar perturbar el ecosistema. La colecta se realizó considerando las principales unidades de vegetación (gramadal, juncal, totoral, espejo de agua) y las recomendaciones dadas por la Guía de inventario de flora y vegetación (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2015). La guía recomienda buscar tanto en los hábitats comunes como inusuales para encontrar especies raras e infrecuentes para así enriquecer la lista, de igual manera recomienda que la selección de individuos sea representativa en cuando a tamaño, morfología y color. Para la identificación de las especies se realizó haciendo consulta a portales web relacionados, listado de especies de plantas frecuentes de humedales costeros y consulta a especialistas.

Para el segundo objetivo que consistió en evaluar los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los cuerpos de agua del humedal Huacho-Hualmay-Carquín se siguió el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales propuesto por la Autoridad Nacional del Agua [ANA] el cual se dividió en tres etapas, una

de premonitoreo en la que se estableció los puntos de monitoreo y su codificación, así como también la selección de parámetros a monitorear. La siguiente etapa fue la de monitoreo en la que se hizo el reconocimiento del entorno, así como también la medición de parámetros de campo y la toma de muestras de los puntos seleccionados, por último, fue la etapa de posmonitoreo en la que las muestras fueron transportadas hacia un laboratorio acreditado por INACAL para su respectivo análisis y obtención de resultados. Para cumplir con ello, se contrató los servicios de la empresa peruana Minerals of Laboratories [MINLAB] la cual realizó el acompañamiento de la toma de muestras y proporcionó los materiales respectivos. El total de puntos que se evaluaron fueron 8 que se distribuyeron en los principales espejos de agua presentes en el humedal (ver Apéndice 5)

El tercer objetivo que consistió en identificar los principales tensores ambientales que inciden en el humedal se realizó mediante el recorrido de todo el humedal y también por medio de la aplicación de encuestas (ver Apéndice 6) a la población de los distritos de Carquín, Hualmay y Huacho que viven cerca a los humedales con la finalidad de obtener los tensores que puedan identificar y también se buscó obtener una referencia de la percepción que tienen sobre el humedal.

A fin de valorar los tensores ambientales, se estableció una relación con los impactos que ocasionan en función de las observaciones realizadas en campo y se jerarquizaron según la metodología propuesta por Nature Conservancy la cual plantea valores categóricos en función de la severidad del daño, el alcance del daño, el grado de contribución al impacto y la irreversibilidad de los impactos:

### **Jerarquización de fuentes/ tensores**

La Tabla 2 muestra los grados de impacto que se les puede asignar a las fuentes que los generan.

## Tabla 2

*Matriz para calcular el grado de contribución al impacto*

Grado de contribución al impacto: ¿Cuáles fuentes están causando la mayor cantidad de impactos en este momento, o podrían causarlo en el futuro?	
Muy Alto	La fuente es una muy grande contribuyente del impacto en particular
Alto	La fuente es una gran contribuyente del impacto en particular
Medio	La fuente es una moderada contribuyente del impacto en particular
Bajo	La fuente es una baja contribuyente del impacto en particular.

*Fuente:* Elaboración propia. Adaptado de The Nature Conservancy (1999).

La Tabla 3 muestra los grados que se le puede asignar a un determinado impacto en función de la irreversibilidad que pueda ocasionar.

## Tabla 3

*Matriz para calcular el grado de irreversibilidad de los impactos*

Irreversibilidad de los impactos: ¿Puede esa fuente particular causar daño irreversible, o daños que no son fácilmente reversibles?	
Muy Alto	El impacto proyectado de la fuente, a pesar de todos los intentos y propósitos, no es reversible.
Alto	El impacto proyectado de la fuente, es reversible, pero no práctico en términos económicos.
Medio	El impacto proyectado de la fuente, es reversible aplicando recursos adicionales razonables.
Bajo	El impacto puede estar muy localizado en su alcance, y afectar a los objetos de conservación en una porción limitada de la localidad del objeto en el sitio.

*Fuente:* Elaboración propia. Adaptado de The Nature Conservancy (1999).

En la Tabla 4 se puede apreciar la forma de obtener el valor global del tensor/fuente en función a los grados de irreversibilidad y el grado de contribución al impacto.

## Tabla 4

*Matriz para calcular el valor global del tensor/fuente*

Irreversibilidad	Contribución			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Muy Alto	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Alto	Alto	Alto	Medio	Bajo
Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo
Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

*Fuente:* Elaboración propia. Adaptado de The Nature Conservancy (1999).

## Jerarquización de impactos

La Tabla 5 muestra los grados que puede llegar a tener el daño causado por un determinado impacto.

**Tabla 5**

*Matriz para calcular el valor de severidad del daño*

Severidad del daño: ¿el impacto destruye o altera el sistema o el objeto de conservación?	
Muy Alto	El impacto puede destruir o eliminar el objeto de conservación en alguna porción de la ocurrencia del objeto en el sitio.
Alto	El impacto puede degradar seriamente el objeto de conservación en alguna porción de la ocurrencia del objeto en el sitio.
Medio	El impacto puede degradar moderadamente el objeto de conservación en alguna porción de la ocurrencia del objeto en el sitio.
Bajo	El impacto puede solo debilitar ligeramente el objeto de conservación en alguna porción de la ocurrencia del objeto en el sitio.

*Fuente:* Elaboración propia. Adaptado de The Nature Conservancy (1999).

En la Tabla 6 se puede apreciar los grados en los que se puede clasificar el daño producido por un determinado impacto.

**Tabla 6**

*Matriz para calcular el valor de alcance del daño*

Alcance del daño: ¿cuál es el alcance geográfico del impacto sobre el objeto de conservación en el sitio? ¿el impacto está presente a lo largo del sistema o localizado en un lugar?	
Muy Alto	El impacto puede estar muy ampliamente disperso o extendido en su alcance, y afectar a los objetos de conservación a través de sus localidades de ocurrencia
Alto	El impacto puede estar relativamente disperso en su alcance, y afectar a los objetos de conservación en muchas de sus localidades del sitio.
Medio	El impacto puede estar relativamente localizado en su alcance, y afectar a los objetos de conservación en algunas de sus localidades del sitio.
Bajo	El impacto puede estar muy localizado en su alcance, y afectar a los objetos de conservación en una porción limitada de la localidad del objeto en el sitio.

*Fuente:* Elaboración propia. Adaptado de The Nature Conservancy (1999).

La Tabla 7 muestra el grado que puede tener un impacto en función de los valores de severidad y alcance.

**Tabla 7**

*Matriz para calcular el valor global del impacto*

Severidad	Alcance			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Muy Alto	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Alto	Alto	Alto	Medio	Bajo
Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo
Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

*Fuente:* Elaboración propia. Adaptado de The Nature Conservancy (1999).

### **Jerarquización tensora/impacto**

La Tabla 8 muestra el grado en los que se puede jerarquizar el tensor/impacto.

**Tabla 8**

*Matriz para calcular el valor tensor/impacto*

Fuente	Impacto			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Medio
Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	-

*Fuente:* Elaboración propia. Adaptado de The Nature Conservancy (1999).

El cuarto objetivo específico buscó estimar la pérdida de superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín en los últimos 33 años se realizó por medio de una evaluación multitemporal utilizando imágenes satelitales y haciendo uso de los SIG.

### **Evaluación multitemporal**

Se utilizaron imágenes Landsat del área de estudio (Tabla 9), cuyo PATH y ROW es 8 y 68 respectivamente, la descarga se realizó de la plataforma digital earthexplorer de la USGS. Las imágenes descargadas cuentan con una resolución espacial de 30 m y se le realizó la calibración radiométrica y la corrección atmosférica a cada escena descargada (Figura 9).



Esto se realizó con la finalidad de evitar las distorsiones provocadas por la atmósfera y los problemas radiométricos que pueda tener el sensor a la hora de realizar la captura de la escena, de esta manera la imagen final sería una imagen lo más cercana a una captura ideal (Chuvienco, 2002).

Para identificar la cobertura vegetal del humedal se calculó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada [NDVI] el cual permite diferenciar las características de la vegetación de otras superficies (Chuvienco, 2002). La ecuación del NDVI está dada por:

$$NDVI = \frac{IRC - R}{IRC + R}$$

Donde:

R: es la banda roja

IRC: es la banda del infrarrojo cercano.

Los valores de NDVI oscilan entre el rango de -1 a +1 donde valores más cercanos a 1 indican una vegetación vigorosa producida por la alta actividad fotosintética (Tucker y Sellers, 1986), mientras que valores inferiores a 0,1 o negativos indican superficies con ausencia de cobertura vegetal, como rocas, nieve, agua, arena, entre otros (Díaz, 2015). Posteriormente a ello, con conocimiento del terreno, se procedió a digitalizar la cobertura en función de los valores obtenidos y da la interpretación visual de la imagen con los juegos de banda de color verdadero y del infrarrojo.

La Tabla 9 muestra las escenas landsat descargadas de los diferentes años de evaluación, para ello se tomó en cuenta que las escenas se encuentren libres de nubosidad lo cual ocasiona que se pierda información.

**Tabla 9**

*Lista de imágenes descargadas de la USGS*

Fecha	Satélite	Sensor
10/04/1986	Landsat-5	TM
18/11/1991	Landsat-5	TM
31/12/1995	Landsat-5	TM
31/12/2001	Landsat-5	TM
03/05/2006	Landsat-5	TM
14/05/2010	Landsat-5	TM
25/03/2015	Landsat-8	OLI
14/10/2019	Landsat-8	OLI

*Fuente:* Elaboración propia

La Figura 9 muestra una comparación de dos escenas landsat antes y después del procesamiento.



*Figura 9.* Comparación de escenas descargadas del año 1986: la (A) corresponde a una escena sin tratamiento y la (B) corresponde a una escena con calibración radiométrica y corrección atmosférica. *Fuente:* Elaboración propia.

## **2.6. Identificación de las variables y su mensuración**

La selección de las variables empleadas se realizó considerando las observaciones realizadas por Dinerstein *et al.* (1995) quien buscó determinar el estado de conservación de las Ecorregiones Terrestre de América Latina y el Caribe donde señala que el aspecto paisajístico es un buen indicador del estado de conservación de un determinado ecosistema y su estimación se puede realizar por medio de un análisis espacial en función de los registros cartográficos que representan al lugar, ya que esto permite saber si ha habido una degradación de los hábitats que lo conforman y al mismo tiempo identificar las amenazas más representativas que afectan directamente al ecosistema. Asimismo, el componente biológico es un factor importante si lo que se busca es orientar y establecer prioridades para la conservación de un lugar, sin embargo, a veces resulta complejo obtener información debido a que no siempre se han realizado estudios.

En el caso del presente estudio. Un principal indicador de la situación en la que se encuentra el humedal sería el área que posee y su estado actual, principalmente porque al encontrarse, en su mayoría, cerca de asentamientos humanos estos lugares son utilizados como un lugar de acopio de los desechos generados por las personas y al mismo tiempo son utilizados por la población como zona para llevar a pastar a su ganado. Otro indicador importante es la calidad de los espejos de agua del humedal, los cuales son constantemente afectados por las actividades de lavado de ropa que realiza la población local.

En el caso de los componentes biológicos, los aspectos de flora vascular y ornitofauna han sido seleccionados para el presente estudio debido a que son los componentes biológicos más notorios del ecosistema y porque no hay evidencia de otras investigaciones científicas que se hayan realizado en el humedal. Asimismo, son componentes sobre los cuales se pueden priorizar acciones de conservación en función a la situación en la que se encuentren.

La Tabla 10 muestra las variables de estudio evaluadas, así como los métodos de evaluación empleados y su mensuración.

**Tabla 10**

*Variables de estudio*

Variable de estudio	Unidad de medida	Métodos
Riqueza de especies de flora vascular	Nº de especies	Colecta general
Riqueza de especies de ornitofauna	Nº de especies	Puntos de conteo
Calidad de los cuerpos de agua:		
Ph	Unidad de pH	Ph-metro
Temperatura	C°	Termómetro ambiental
Conductividad	uS.cm <sup>-1</sup>	Conductímetro
Oxígeno disuelto	mg.L <sup>-1</sup>	Método de Winkler
Nitrógeno total	mg.L <sup>-1</sup>	Método Kjeidahl
Fósforo total	mg.L <sup>-1</sup>	Método de ácido ascórbico
Sólidos suspendidos	mg.L <sup>-1</sup>	Método gravimétrico
Coliformes fecales	NMP/100 ml	Tubos positivos de la prueba presuntiva
Tensores ambientales	# de tensores	Encuestas Identificación in situ
Pérdida de superficie	ha	Digitalización cartográfica en función al NDVI e interpretación visual.

*Fuente:* Elaboración propia

## 2.7. Análisis estadístico de datos

Para el análisis de los datos obtenidos se basó en el uso de la estadística descriptiva. Es por ello, que los resultados obtenidos fueron representados mediante gráficos y tablas porcentuales (Rustom, 2012). Asimismo, los datos fueron procesados en Microsoft Excel 2019 y el software estadístico SPSS versión 25.

## **2.8. Materiales y Equipos**

### **Materiales cartográficos**

- Imágenes Landsat
- Imágenes de SASPLANET

### **Materiales de campo**

- Bolsas negras
- Hojas de encuesta
- Botas de jebe
- Gorro y bloqueador solar
- Útiles de escritorio
- Mapa base
- Binoculares OLYMPUS modelo 8 x 21
- Celular-Cronómetro

### **Equipos y programas**

- Laptop
- Impresora
- Cámara digital
- GPS
- Software SIG: Arcgis 10,5 y ENVI 5,3
- Programas Office: Word, Excel
- Software SPSS 25

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Riqueza de ornitofauna y flora vascular

#### 3.1.1. Riqueza de ornitofauna

Durante la investigación se registró, en todo el humedal, un total de 45 especies de aves, siendo 6 153 individuos contados, pertenecientes a 27 familias, 10 ordenes (Tabla 11 y Figura 10) y 38 géneros.

**Tabla 11**

*Distribución taxonómica de las especies de ornitofauna encontradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín (julio-noviembre del 2019)*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula cyanoptera</i> Vieillot, 1816	Pato colorado
		<i>Coragyps atratus</i> Bechstein, 1793	Gallinazo cabeza negra
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> Linnaeus, 1758	Gallinazo cabeza roja
		<i>Zenaida meloda</i> Tschudi, 1843	Paloma cuculi
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	Paloma de castilla
		<i>Crotophaga sulcirostris</i> Swainson, 1827	Guardacaballo
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Burhinus superciliaris</i> Tschudi, 1843	Huerequeque
	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i> Linnaeus, 1758	Chorlo gris
Charadriiformes		Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i> Linnaeus, 1758
	<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonoparte, 1875		Chorlo semipalmeado
	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i> Temmink, 1820	Ostrero americano
		<i>Haematopus ater</i> Vieillot, 1825	Ostrero negro
	Laridae	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i> Vieillot, 1818	Gaviota capucha gris

*Distribución taxonómica de las especies encontradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín (julio-noviembre del 2019) (Continuación)*

		<i>Leucophaeus pipixcan</i> Wagler, 1831	Gaviota de Franklin
		<i>Larus dominicanus</i> Lichtenstein, 1823	Gaviota dominicana
		<i>Leucophaeus modestus</i> Tschudi, 1843	Gaviota gris
		<i>Larus belcheri</i> Vigors, 1829	Gaviota peruana
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i> Muller, 1776	Cigüeñuela "perrito"
	Rynchopidae	<i>Rynchops niger</i> Linnaeus, 1758	Rayador
		<i>Tringa melanoleuca</i> Gmelin, 1789	Pata amarilla mayor
		<i>Tringa flavipes</i> Gmelin, 1789	Pata amarilla menor
		<i>Calidris alba</i> Pallas, 1764	Playero Blanco
	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i> Linnaeus, 1766	Playero coleador
		<i>Calidris pusilla</i> Linnaeus, 1766	Correlimos semipalmeado
		<i>Arenaria interpres</i> Linnaeus, 1758	Vuelve piedra rojizo
		<i>Numenius phaeopus</i> Linnaeus, 1758	Zarapito trinador
	Sternidae	<i>Thalasseus maximus</i> Boddaert, 1783	Gaviotin real
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	Cernícalo americano
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula chloropus</i> Linnaeus, 1758	Polla de agua
	Furnariidae	<i>Phleocryptes melanops</i> Vieillot, 1817	Totorero/Junquero
	Hirundinidae	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i> Vieillot, 1817	Golondrina santa rosita
Passeriformes	Icteridae	<i>Leistes bellicosus</i> De Filippi, 1847	Huanchaco
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i> Tschudi, 1844	Chisco /calandria
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i> Linnaeus, 1758	Gorrion europeo
	Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i> Sparman, 1758	Chirigue común

Distribución taxonómica de las especies encontradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín (julio-noviembre del 2019) (Continuación)

		<i>Egretta caerulea</i> Linnaeus, 1758	Garza azul
		<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	Garza blanca chica
		<i>Egretta thula</i> Molina, 1782	Garza blanca grande
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i> Linnaeus, 1758	Garza bueyera
		<i>Butorides striata</i> Linnaeus, 1758	Garza estriada
		<i>Nycticorax nycticorax</i> Linnaeus, 1758	Garza huaco
	Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i> Molina 1782	Pelícano peruano
	Threskiornithidae	<i>Plegadis ridgwayi</i> Allen, 1876	Yanavico
Suliformes	Sulidae	<i>Sula variegata</i> Tschudi, 1843	Piquero peruano
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> Gmelin, 1789	Cormoran neotropical

Fuente: Elaboración propia.

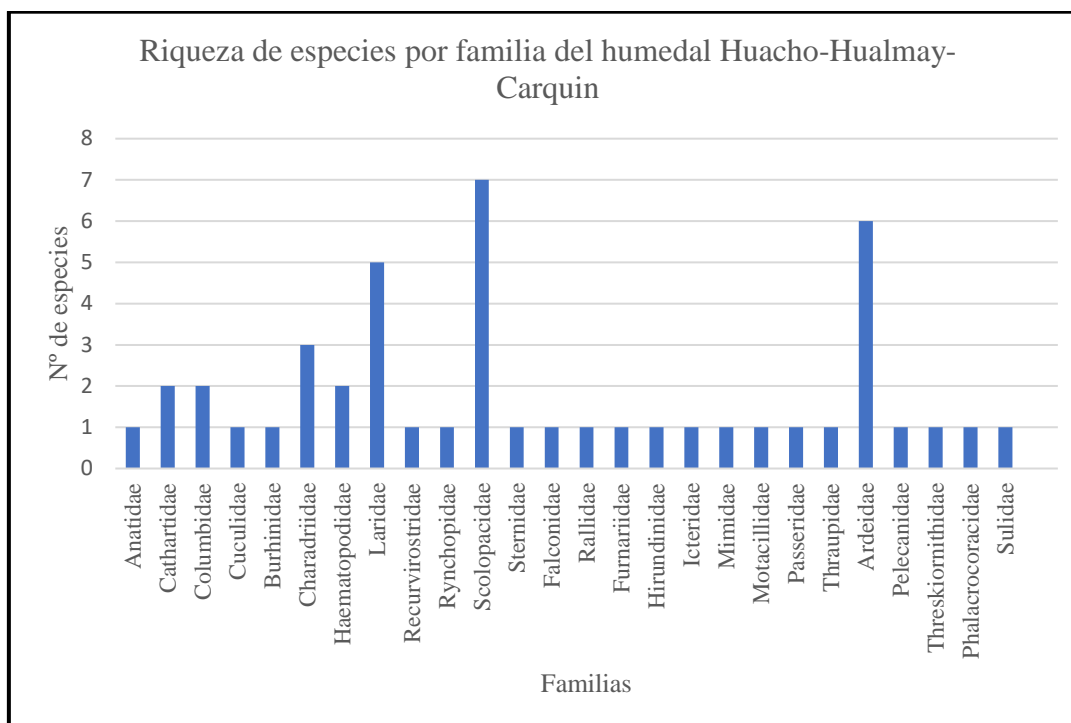


Figura 10. Distribución de las familias de aves encontradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín en función de la cantidad de especies registradas. Fuente: Elaboración propia.

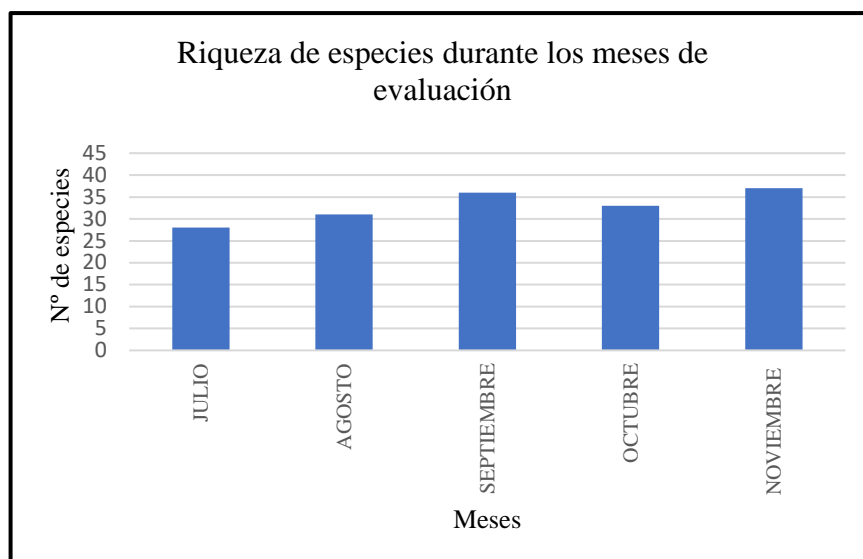


En la Figura 10, se muestra el total de familias registradas en el humedal, siendo la familia Scolopacidae la que presentó mayor número de especies (7), seguido de la familia Ardeidae (6), la familia Laridae (5), y la familia Charadriidae (3). El resto de familias registradas presentaron entre 1 y 2 especies. Asimismo, en la Figura 11 se aprecian fotografías de algunas de las especies pertenecientes a las familias más representativas.



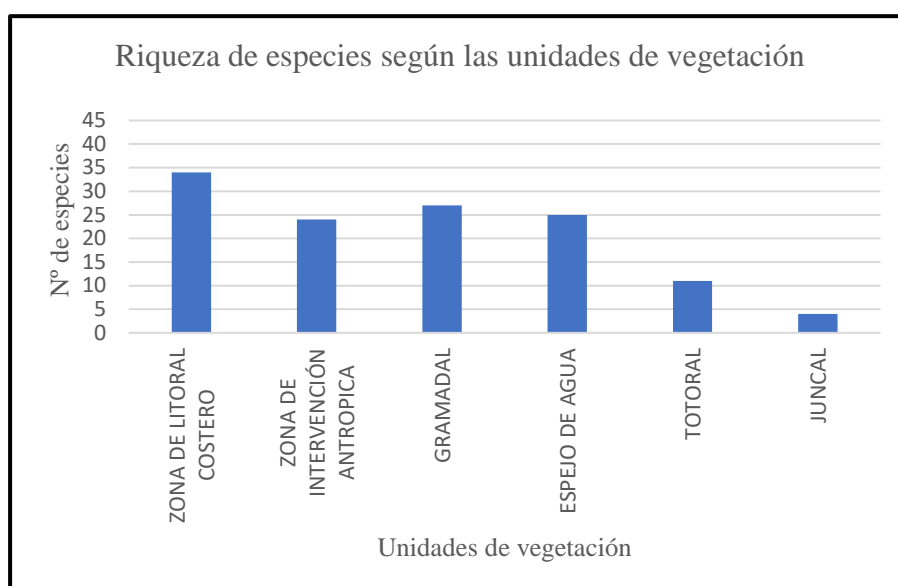
Figura 11. Fotografías de algunas de las especies pertenecientes a las familias más representativas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. (A) Zarapito Trinador *Numenius phaeopus* (Scolopacidae), (B) Chorlo gris *Pluvialis squatarola* (Charadriidae), (C) Gaviota capucha *Chroicocephalus cirrocephalus* (Laridae) y (C) Garza blanca chica *Ardea alba* (Ardeidae). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 12 se puede apreciar la cantidad de especies registradas durante los meses de evaluación, siendo el mes de noviembre el que mayor cantidad de especies fueron registradas (37), seguido del mes de septiembre (36) y el mes de octubre (33). El mes de agosto presentó 31 especies y el mes de julio presentó el menor registro (28 especies).



*Figura 12.* Riqueza de especies del humedal Huacho-Hualmay-Carquín en los diferentes meses de evaluación. *Fuente:* Elaboración propia.

Asimismo, en la Figura 13 se observa la distribución muestra la distribución de la riqueza de especies del humedal según el tipo de unidad de vegetación presente (gramadal, totoral, juncal, cuerpos de agua) y sus zonas aledañas (litoral costero y la zona de intervención antrópica). El litoral costero es el lugar donde presenta mayor cantidad de especies registradas (34), seguido de la unidad gramadal (27), espejo de agua (25), zona de intervención antrópica (24). Las unidades de vegetación que presentaron menor registro de especies fueron: Totoral (11) y Juncal (4).



*Figura 13 .* Distribución de la riqueza de especies del Humedal Huacho-Hualmay-Carquín según las unidades de vegetación presentes y sus zonas aledañas. *Fuente:* Elaboración propia.

En cuanto a la distribución de especies registradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín según su estacionalidad, la cual se aprecia en la Figura 14. Encontramos un total de 31 especies residentes (R), 12 especies migratorias boreales (Mb), 1 especie migratoria austral (Ma) y 1 especie migratoria altoandina (An). Asimismo, en la Figura 15 se presentan fotografías de algunas de las especies según su estacionalidad.

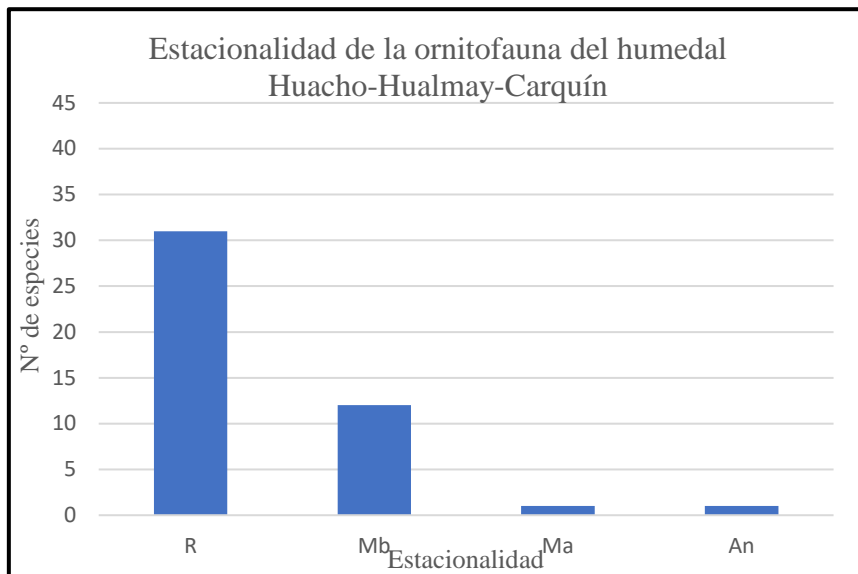


Figura 14. Distribución de las especies registradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín según su estacionalidad. Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Fotografías de algunas de las especies presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín según su estacionalidad. (A) Garza huaco *Nycticorax nycticorax* (R) (B) Gaviotín real *Thalasseus maximus* (Mb), (C) Gaviota gris *Leucophaeus modestus* (Ma) y (D) Yanavico *Plegadis ridgwati* (An). Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 12 muestra el estado de conservación de las especies de aves registradas en el humedal. Según el D.S. N° 004-2014 MINAGRI las especies *Sula variegata* y *Pelecanus thagus* tienen la categorización de especie en peligro (EN). Por otro lado, dentro del apéndice II de la lista CITES se encuentra *Falco sparverius*. Según BirdLife International (2016) y BirdLife International (2018) las especies *Calidris pusilla* y *Pelecanus thagus* se encuentran dentro de la categoría de especie casi amenazada (NT) mientras que las demás especies catalogan como preocupación menor (LC).

**Tabla 12**

*Estado de conservación de las especies de aves del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.*

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	D.S. N° 004-2014-MINAGRI	CITES-PERÚ 2018	UICN 2018
<i>Actitis macularius</i>	Playero colector	-	-	LC
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca chica	-	-	LC
<i>Arenaria interpres</i>	Vuelve piedra rojizo	-	-	LC
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	-	-	LC
<i>Burhinus superciliaris</i>	Huerequeque	-	-	LC
<i>Butorides striata</i>	Garza estriada	-	-	LC
<i>Calidris alba</i>	Playero Blanco	-	-	LC
<i>Calidris pusilla</i>	Correlimos semipalmeado	-	-	NT
<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabeza roja	-	-	LC
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado	-	-	LC
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo gritón	-	-	LC
<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaviota capucha gris	-	-	LC
<i>Columba livia</i>	Paloma de castilla	-	-	LC
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo cabeza negra	-	-	LC
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Guardacaballo	-	-	LC
<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	-	-	LC
<i>Egretta thula</i>	Garza blanca grande	-	-	LC
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	-	II	LC

*Estado de conservación de las especies de aves del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. (continuación)*

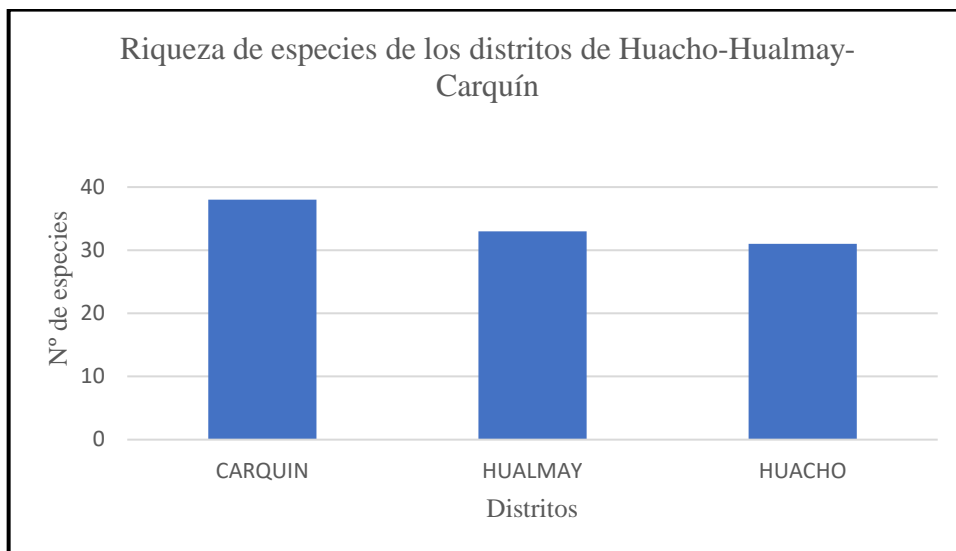
<i>Gallinula chloropus</i>	Polla de agua	-	-	LC
<i>Haematopus ater</i>	Ostrero negro	-	-	LC
<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano	-	-	LC
<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigueñuela "perrito"	-	-	LC
<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	-	-	LC
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	-	-	LC
<i>Leistes bellicosus</i>	Huanchaco	-	-	LC
<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota gris	-	-	LC
<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	-	-	LC
<i>Mimus longicaudatus</i>	Chisco /calandria	-	-	LC
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina santa rosita	-	-	LC
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador	-	-	LC
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza huaco	-	-	LC
<i>Passer domesticus</i>	Gorrion europeo	-	-	LC
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano peruano	EN	-	NT
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormoran neotropical	-	-	LC
<i>Phleocryptes melanops</i>	Totorero/Junquero	-	-	LC
<i>Plegadis ridgwayi</i>	Yanavico	-	-	LC
<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	-	-	LC
<i>Rynchops niger</i>	Rayador	-	-	LC
<i>Sicalis luteola</i>	Chirigue común	-	-	LC
<i>Spatula cyanoptera</i>	Pato colorado	-	-	LC
<i>Sula variegata</i>	Piquero peruano	EN	-	LC
<i>Thalasseus maximus</i>	Gaviotin real	-	-	LC
<i>Tringa flavipes</i>	Pata amarilla menor	-	-	LC
<i>Tringa melanoleuca</i>	Pata amarilla mayor	-	-	LC
<i>Zenaida meloda</i>	Paloma cuculi	-	-	LC

Fuente: Elaboración propia



*Figura 16.* Fotografías de algunas de las especies presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín según su estado de conservación. (A) Correlimos semipalmado *Calidris pusilla* (NT-UICN), (B) Cernícalo americano *Falco sparverius* (II-CITES). *Fuente:* Elaboración propia.

La Figura 17 muestra la riqueza de especies de aves que se encuentran en cada distrito (Apéndice 7), siendo el distrito de Carquín el que mayor cantidad de especies presenta (38), seguido de Hualmay (33) y Huacho (31).



*Figura 17.* Riqueza de especies según los límites territoriales del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. *Fuente:* Elaboración propia.

### 3.1.2. Riqueza de flora vascular

El mes de febrero del 2020 se registró, en todo el humedal, un total de 37 especies de flora vascular, pertenecientes a 21 familias, 14 ordenes (Tabla 13) y 34 géneros.

**Tabla 13**

*Distribución taxonómica de las especies encontradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín (febrero del 2020)*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Alismatales	Araceae	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott
		<i>Lemna minuta</i> Kunth
Apiales	Araliaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Comm, ex Lam
		<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> Lf.
Asterales	Asteraceae	<i>Enydra sessilifolia</i> (Ruiz & Pav.) Cabrera <i>spilanthus urens</i> Jacq.
Brassicales	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i> R. br
	Amaranthaceae	<i>Alternanthera halimifolia</i> Standl. Ex Pittier
Caryophyllales		<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyaquin & Clemants
	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L,
	Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L. <i>Mesembryanthemum cordifolium</i> L.f.
Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichornia crassipes</i> (Mart.) Solms
Cucurbitales	Cucurbitacea	<i>Cucumis dipsaceus</i> Ehrenb. Ex Spach
Fabales	Fabaceae	<i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth.
Lamiales	Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i> L
	Plantaginaceae	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst. <i>Plantago major</i> L
	Verbenaceae	<i>lipia nodiflora</i> (L.) Michx.
Malpigiales	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L
Mapnoliopsida	Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H. Raven
Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus laevigatus</i> L.
		<i>Schoenoplectus americanus</i> (Pers.) Volkart e Schinz & R.Keller
		<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A.Mey.) Soják
		<i>Torulidium odoratumb</i> (L.) S.S. Hooper

*Distribución taxonómica de las especies encontradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín (febrero del 2020) (Continuación)*

	Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers  <i>Paspalidium geminatum</i> (Forssk.) Stapf <i>Paspalum vaginatum</i> Swartz. <i>Sporobulus virgnicus</i> (L.) Kunth <i>Arundo donax</i> L. <i>Echinochloa crus-pavonis</i> (Kunth) Schult.
Salviniales	Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.
	Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i> Lam.
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill. <i>Solanum pimpinellifolium</i> L.
	Convolvulaceae	<i>Ipmoea</i> sp

Fuente: Elaboración propia

El total de familias registradas en el humedal se puede apreciar en la Figura 18. La familia Poaceae es la que presentó mayor número (7 especies), seguido de la familia Cyperaceae (4 especies). El resto de familias registradas presentaron entre 1 y 2 especies. La Figura 19 muestra las fotografías de dos especies pertenecientes a las familias más representativas.

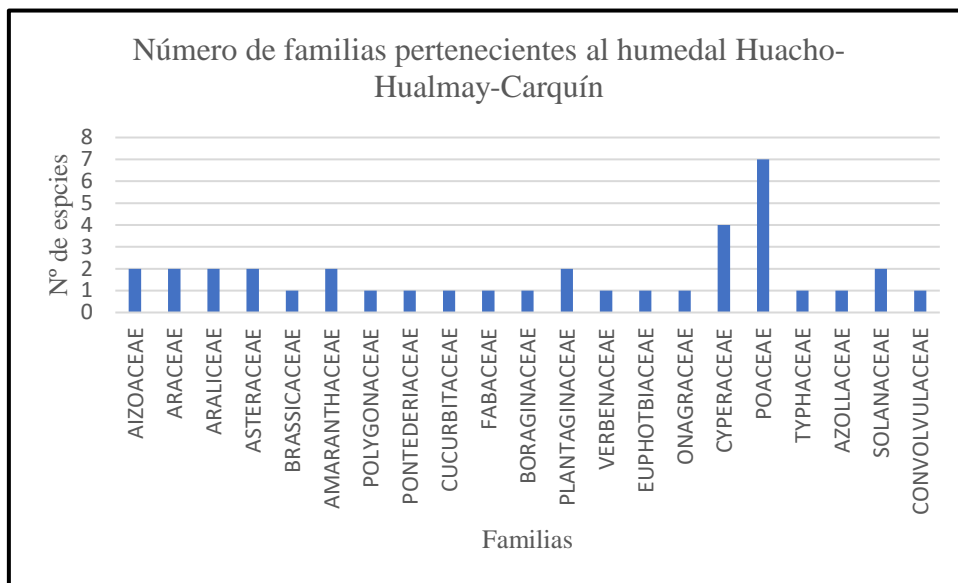


Figura 18. Distribución de las familias de flora vascular encontradas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín en función de la cantidad de especies registradas. Fuente: Elaboración propia.





Figura 19. Fotografías de dos especies pertenecientes a las familias más representativas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín. (A) Carrizo, *Arundo donax* (Poaceae) y (B) *Torulidium odoratum* (Cyperaceae). Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la Figura 20 representa la riqueza de especies de flora vascular que se encontraron en los cuatros unidades de vegetación evaluadas, siendo la unidad gramadal la que mayor cantidad de especies presentó (20 especies), seguido de la unidad totoral (11), la unidad espejo de agua (6) y la unidad juncal (2).

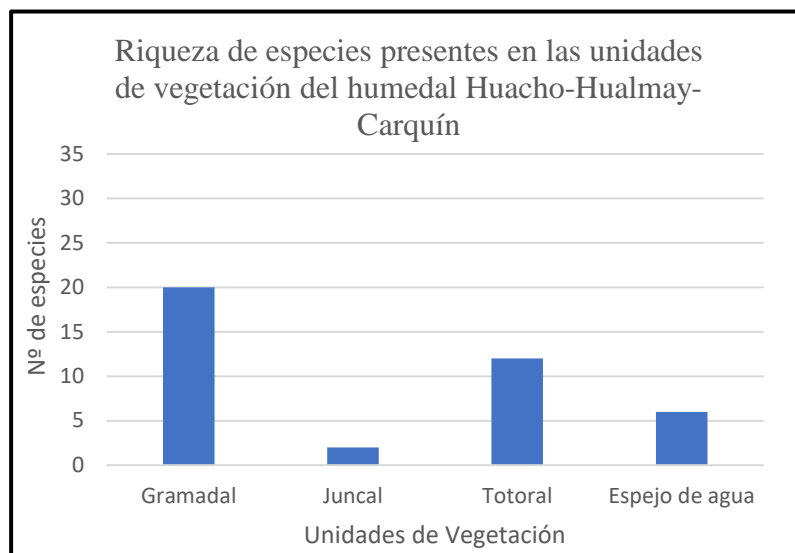


Figura 20. Riqueza de especies según las unidades de vegetación evaluadas en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la riqueza de especies de flora vascular (Figura 21), que se encuentra en cada distrito (Apéndice 8), el distrito de Carquín es el que mayor cantidad de especies registró con (25 especies), seguido de Hualmay (24) y Huacho (24).

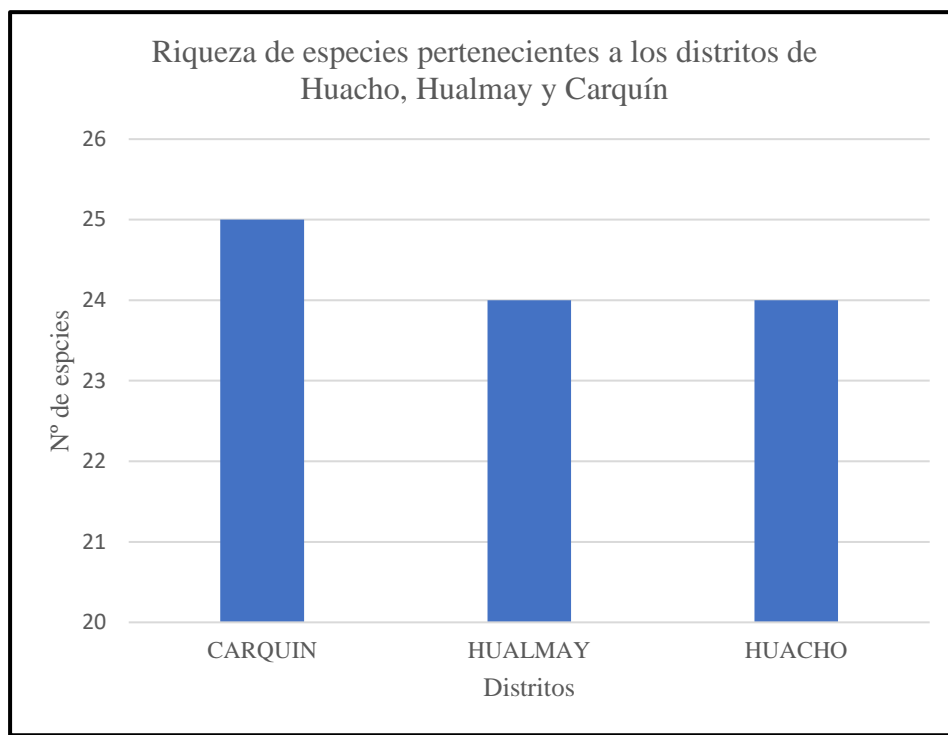


Figura 21. Riqueza de especies según los límites territoriales del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del humedal Huacho-Hualmay-Carquín

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que fueron evaluados (ver Apéndice 9) arrojaron los siguientes resultados:

La Figura 22 muestra que los valores de pH en los 8 puntos de muestreo no presentaron variación alguna encontrándose así en niveles cercanos al valor neutro 7. Según la categoría 4, sub categoría E1 (Lagos y lagunas) ECA -2017 establecidos mediante D.S. N° 004-2017-MINAM, no hay rangos fuera de los permitidos.

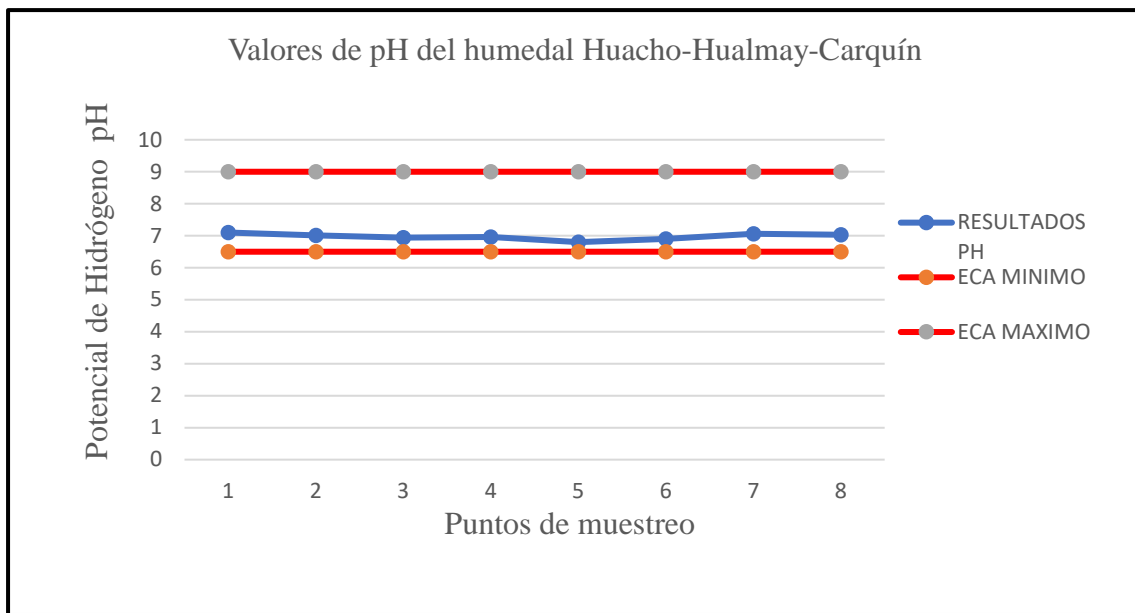


Figura 22. Valores de pH de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

La temperatura registrada en los 8 puntos de muestreo no presentó irregularidades, la temperatura promedio registrada fue de 27,78 C° (Figura 23).

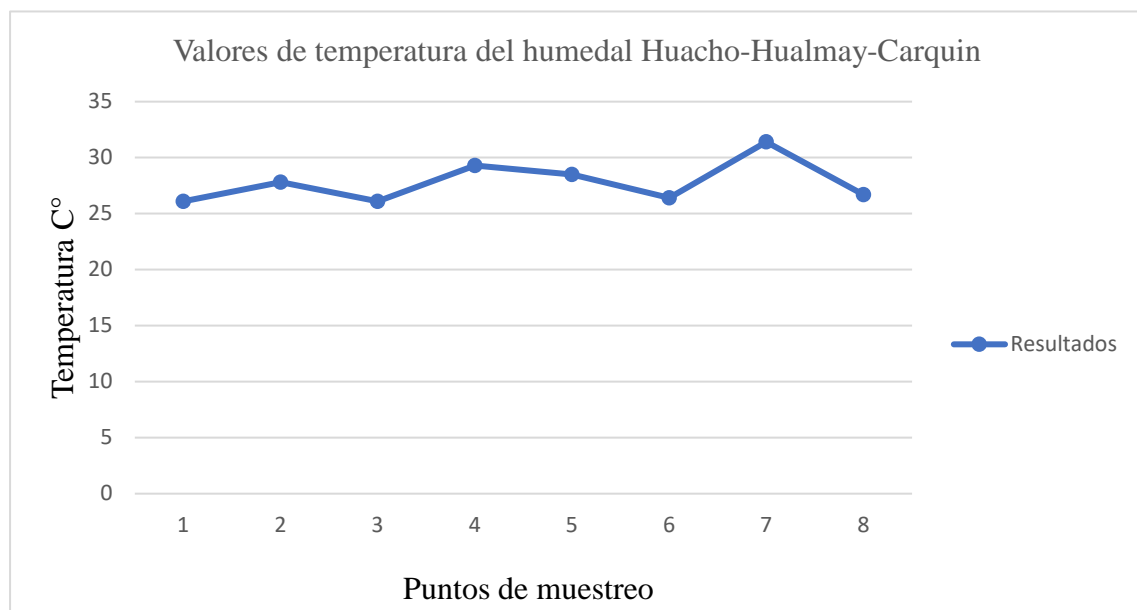


Figura 23. Valores de temperatura de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

Los niveles de conductividad que se registraron tuvieron variaciones en los 5 primeros puntos de muestreo, siendo los puntos 1 y 2, los que registraron los valores más altos de conductividad (1 868  $\mu\text{S/cm}$  y 1 970  $\mu\text{S/cm}$  respectivamente) tal como se aprecia en la Figura 24. Por otro lado, los otros puntos 6, 7 y 8 presentaron valores dentro del rango permitido según lo establecido por el ECA- agua 2017.

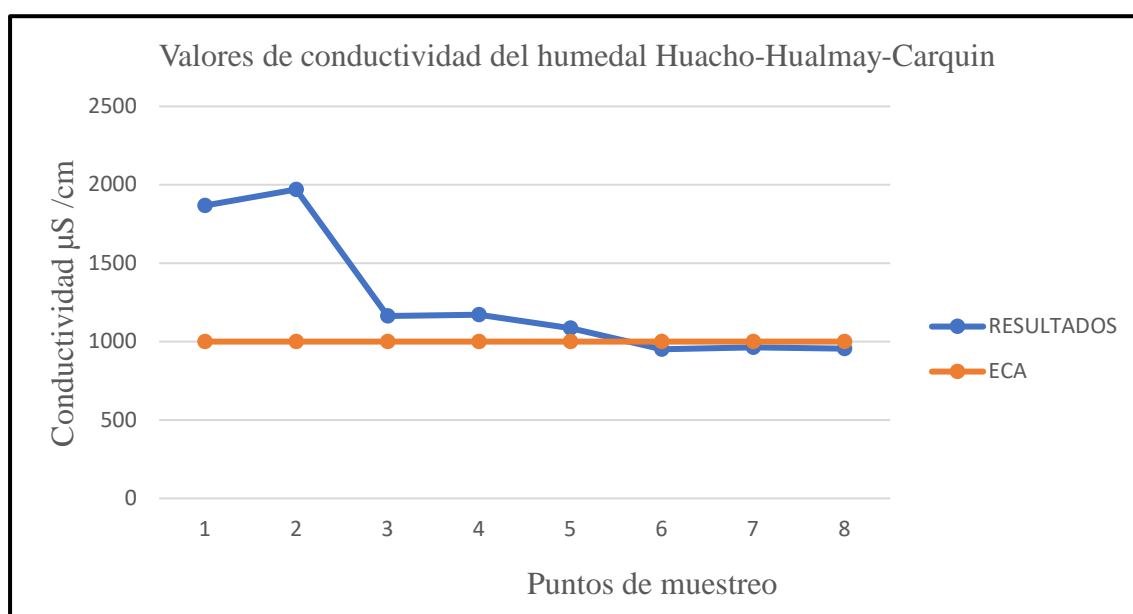


Figura 24. Valores de Conductividad de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

Los valores de oxígeno disuelto que se obtuvieron como resultado fueron variando en los diferentes puntos de evaluación tal como se aprecia en la Figura 25, siendo los puntos 4 y 6 los que presentaron valores ligeramente más bajos que el rango permitido por el ECA-agua 2017 el cual señala el valor de 5 como un nivel aceptable para el desarrollo de la vida, siendo 10 el valor óptimo.

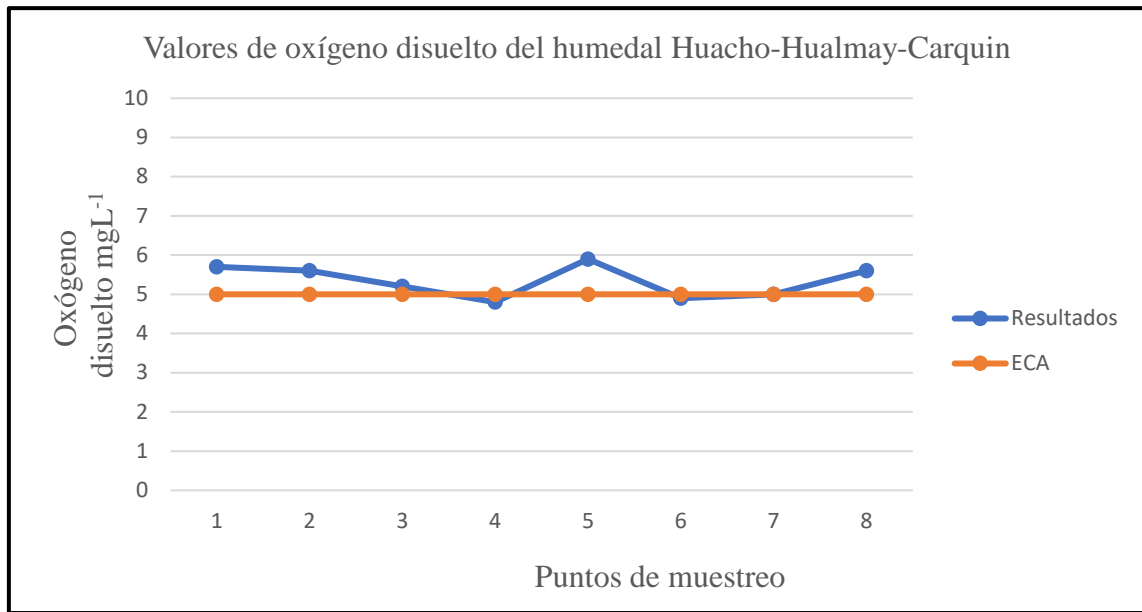


Figura 25. Valores de Oxígeno disuelto mgL<sup>-1</sup> de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

Los sólidos totales en suspensión (TSS) no sobrepasan el ECA para agua, los resultados obtenidos en los puntos de muestreo arrojan valores inferiores a 10 mg.L<sup>-1</sup>, tal como se aprecia en la Figura 26.

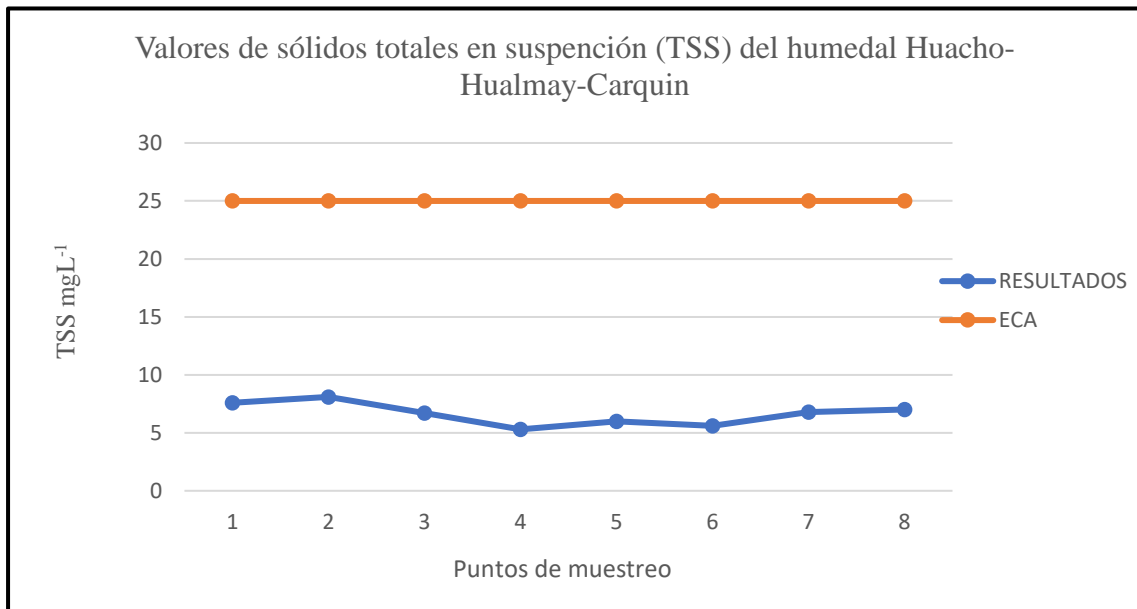


Figura 26. Valores de sólidos totales en suspensión (TSS) mgL<sup>-1</sup> de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la evaluación de Fósforo Total en los 8 puntos de muestreo arrojaron valores significativos. Los puntos 1 y 2 fueron los que registraron los valores más bajos con  $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$  y  $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$  respectivamente; a diferencia de los 6 puntos restantes, cuyos resultados excedieron los valores permitidos por el ECA-agua 2017, siendo de esta manera los puntos 4 y 5 los que presentaron los valores más altos con  $0,47 \text{ mg.L}^{-1}$  y  $0,51 \text{ mg.L}^{-1}$  respectivamente, tal como se aprecia en la Figura 27.

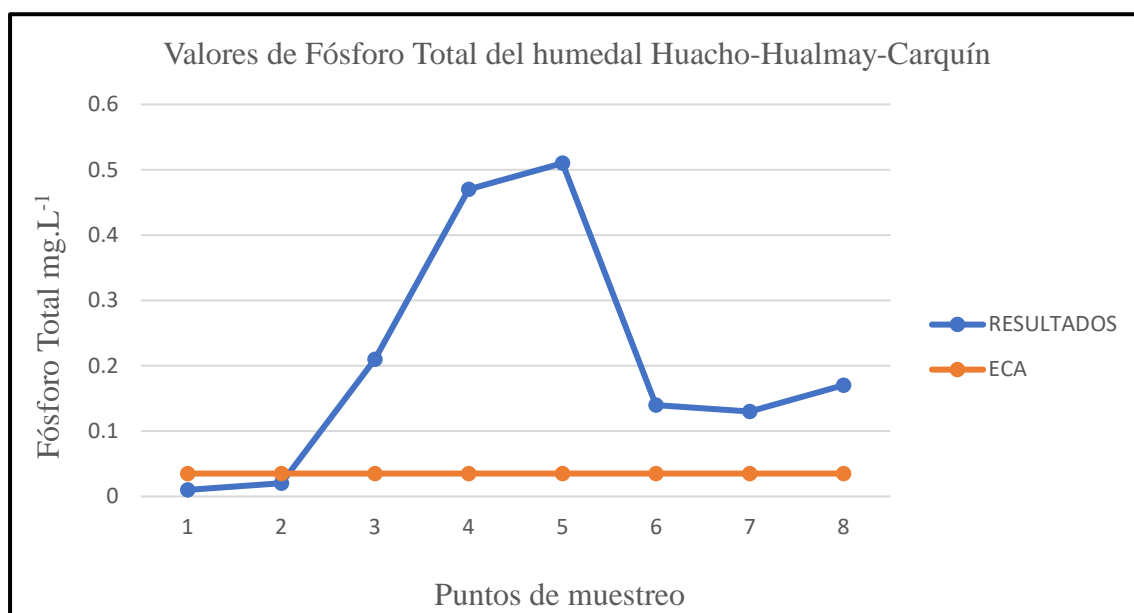


Figura 27. Valores de Fósforo Total  $\text{mg. L}^{-1}$  de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

De igual manera la Figura 28 nos muestra que los niveles de Nitrógeno Total estuvieron por encima de los niveles establecidos en el ECA-agua 2017, dicho exceso fue registrado en todos los puntos de muestreo evaluados, registrándose un valor mínimo de  $1,93 \text{ mg. L}^{-1}$  en el punto 1 y un máximo de  $9,63 \text{ mg. L}^{-1}$  en el punto 6.

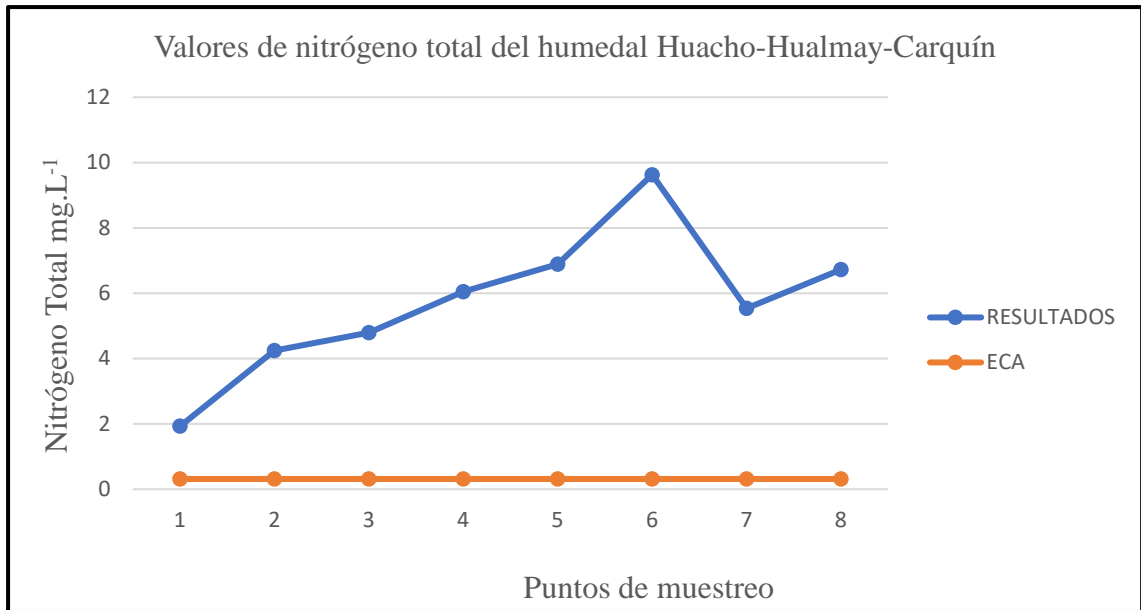


Figura 28. Valores de Nitrógeno Total mg.L<sup>-1</sup> de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de los análisis referentes a la presencia de coliformes termotolerantes se aprecian en la Figura 29. Los resultados muestran que no hay presencia de coliformes termotolerantes en los espejos de agua del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.

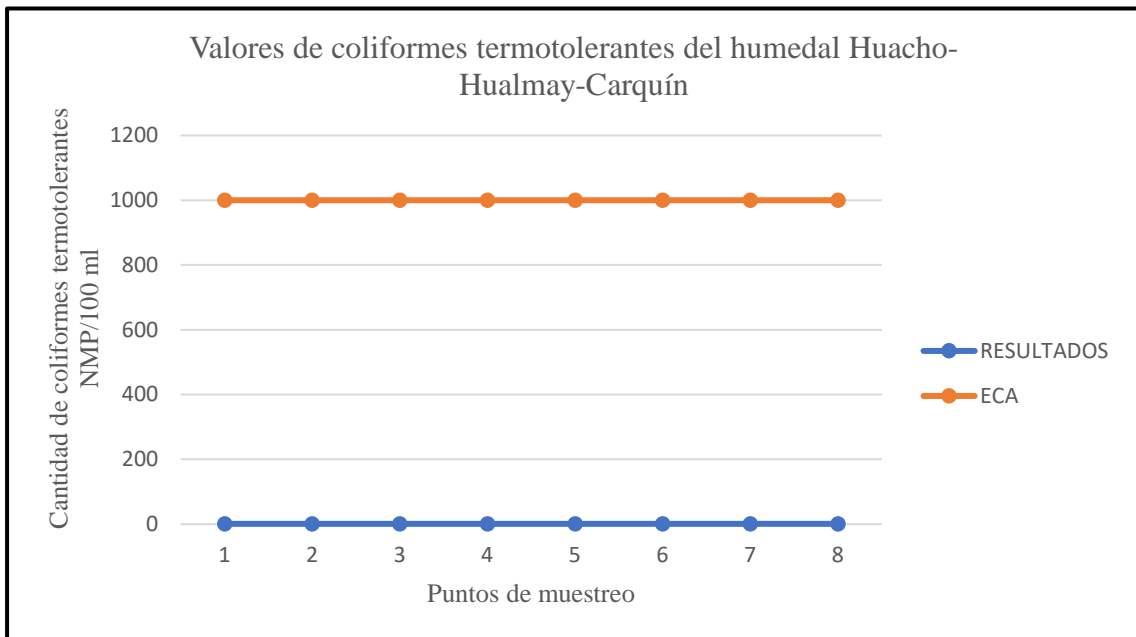


Figura 29. Valores de coliformes termotolerantes NMP/ 100 ml de los puntos de muestro de las aguas del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Tensores ambientales presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín

Las identificaciones realizadas en campo, así como las encuestas aplicadas a la población permitieron agrupar un total de 8 tensores ambientales que tienen incidencia directa en el humedal (ver Apéndice 10). De un total de 384 personas encuestadas se obtuvieron los siguientes porcentajes (Tabla 14) que se detallan mejor en la Figura 30. Por otro lado, el resultado de la percepción de la población referida al humedal Huacho-Hualmay-Carquín se aprecia en el Apéndice 11.

**Tabla 14**

*Identificación de los Tensores ambientales presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín*

N o	Tensores ambientales	% de presencia
1	Actividad Ganadera Inadecuada	10,9
2	Utilización de las aguas para el lavado de autos	5,5
3	Utilización del humedal como baño público	1,3
4	Disposición inadecuada de residuos sólidos	34,1
5	Arrojo de residuos de construcción	28,1
6	Quemas de vegetación	8,9
7	Utilización de las aguas para el lavado de ropa	8,3
8	Colapso ocasional de tuberías de desagüe	2,9
9	Total	100,0

*Fuente:* Elaboración propia

La Figura 30 representa la distribución porcentual de los tensores ambientales identificados por la población. Se aprecia que la disposición inadecuada de residuos sólidos y el arrojo de residuos de construcción, son los que mayor incidencia tienen en el humedal, siendo representados con un 34,11 % y 28,13 % respectivamente.



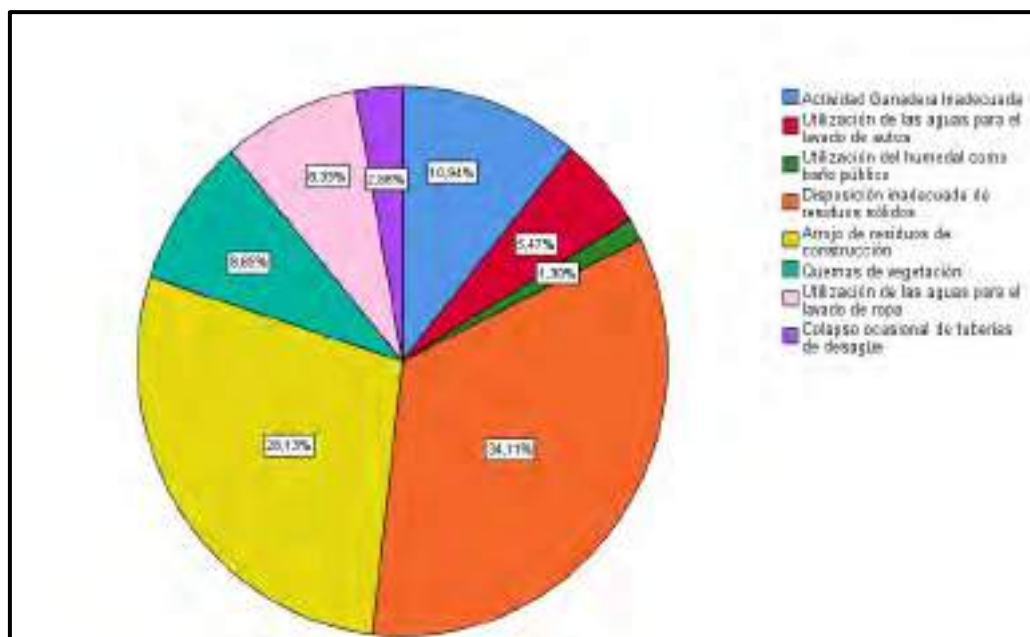


Figura 30. Distribución porcentual de los tensores ambientales presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín. Fuente: Elaboración propia.

En función a los tensores ambientales identificados se procedió a establecer una relación con los impactos que ocasionan (Tabla 15) y se realizó una jerarquización basada en la metodología propuesta por Nature Conservancy (Tabla 16 y 17).

**Tabla 15**

*Relación Tensor/Impacto*

Tensores	Impactos
Actividad Ganadera Inadecuada.	Modificación de la cobertura vegetal, aumento de nutrientes en los cuerpos de agua.
Utilización de las aguas para el lavado de autos y ropa.	Aumento de nutrientes en los cuerpos de agua.
Utilización del humedal como baño público.	Pérdida estética del paisaje.
Disposición inadecuada de residuos sólidos.	Pérdida estética del paisaje, generación de vectores, introducción de especies no nativas, alteración de la fauna.

*Relación Tensor/Impacto (continuación)*

Arrojo de residuos de construcción.	Pérdida de cobertura, pérdida estética del paisaje, conversión del hábitat, alteración de flujos naturales de agua, alteración de la fauna.
Quemas de vegetación.	Pérdida de cobertura, alteración de la fauna.
Colapso ocasional de tuberías de desagüe.	Contaminación de los cuerpos de agua.

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 16**

*Jerarquización de los tensores ambientales identificados*

Fuentes/Tensores	Jerarquización de Fuentes/Tensores		
	Grado de contribución	Irreversibilidad	Valor Global
Actividad Ganadera Inadecuada.	Medio	Bajo	Bajo
Arrojo de residuos de construcción.	Muy Alto	Muy Alta	Muy Alto
Colapso ocasional de tuberías de desagüe.	Medio	Bajo	Bajo
Disposición inadecuada de residuos sólidos.	Muy Alto	Medio	Alto
Quemas de vegetación.	Alto	Media	Medio
Utilización de las aguas para el lavado de autos y ropa.	Alto	Bajo	Medio
Utilización del humedal como baño público.	Bajo	Bajo	Bajo

*Fuente:* Elaboración propia

La Tabla 17 muestra que los tensores ambientales que tienen más incidencia son el arrojo de residuos de construcción y la disposición inadecuada de residuos sólidos, también las quemas de vegetación y la utilización de las aguas para el lavado de autos y ropa tienen una incidencia media.

**Tabla 17***Jerarquización de los impactos ambientales identificados*

Impactos	Jerarquización de Impactos		
	Severidad	Alcance	Valor Global
Alteración de la fauna	Alto	Medio	Medio
Alteración de los flujos naturales de agua	Muy Alto	Medio	Medio
Aumento de nutrientes en los cuerpos de agua	Medio	Medio	Medio
Contaminación de los cuerpos de agua	Medio	Bajo	Bajo
Conversión del hábitat	Alto	Muy Alto	Muy Alto
Generación de vectores	Medio	Bajo	Bajo
Introducción de especies no nativas	Bajo	Bajo	Bajo
Pérdida de cobertura vegetal	Muy Alto	Alto	Alto
Pérdida estética del paisaje	Alto	Muy Alto	Alto

*Fuente:* Elaboración propia

La Tabla 17 muestra los impactos que mayor incidencia tienen en el humedal, siendo la conversión del hábitat el que mayor impacto ha tenido, seguido de la pérdida de cobertura vegetal y la pérdida estética del paisaje. Asimismo, impactos como la alteración de la fauna, el aumento de nutrientes de los cuerpos de agua y la alteración de los flujos naturales del agua presentan valores de incidencia medio. Por otro lado, la Figura 31 muestra la distribución cartográfica de los principales tensores ambientales identificados.

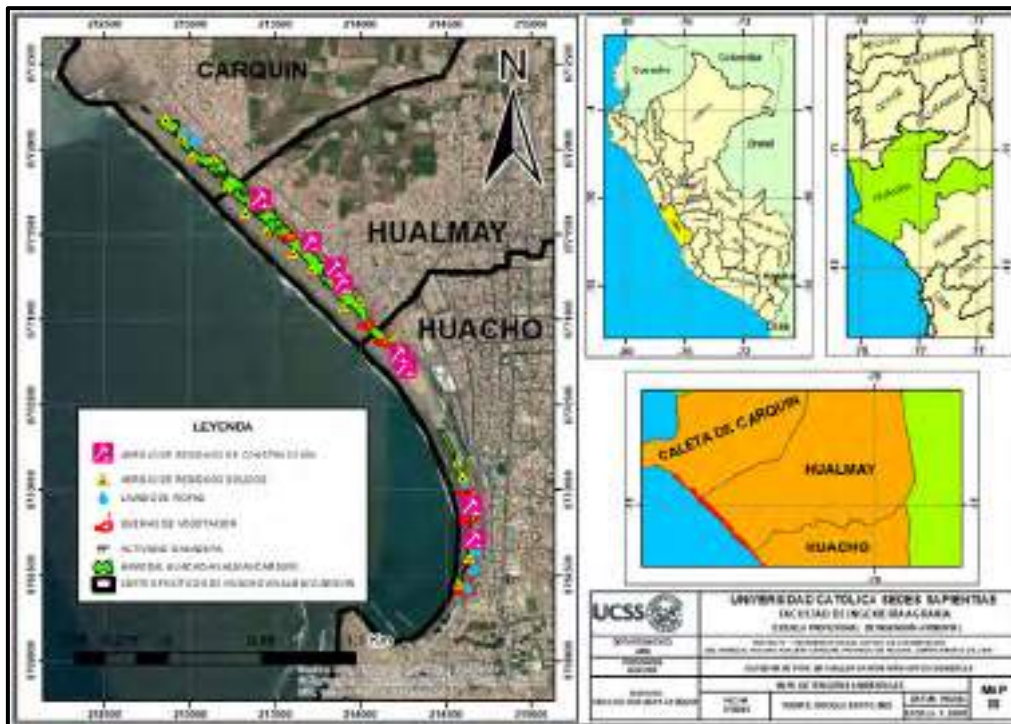


Figura 31. Mapa de los tensores ambientales frecuentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquin. Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. Variación de la superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquin

El análisis de la variación de la superficie del humedal arrojó los siguientes resultados:

La Figura 32 representa la variación total del área que ha tenido el humedal desde el año 1986 hasta el 2019. Se puede apreciar que al año 1986, la superficie de este ecosistema alcanzó la extensión de 21,65 ha, para luego comenzar a disminuir alcanzando valores de 16,83 y 17,03 ha, en los años 1991 y 1995 respectivamente, en el año 2001 tuvo un pequeño incremento (recuperación de su superficie con 18,81 ha para luego comenzar un decrecimiento superficial llegando a representar 13,18 ha al año 2015. Al año 2019, el análisis realizado reportó un total de 14,59 ha. Respecto al comportamiento de la cobertura del humedal en el periodo 1986-2019, los resultados obtenidos muestran que este ecosistema ha tenido una reducción total de 7,14 ha.

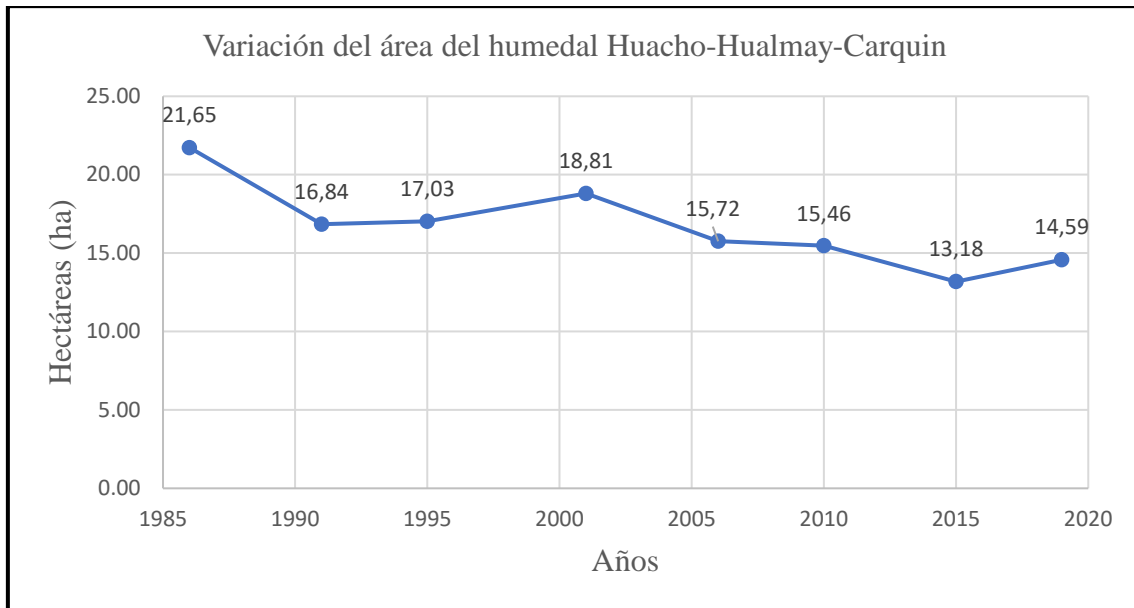
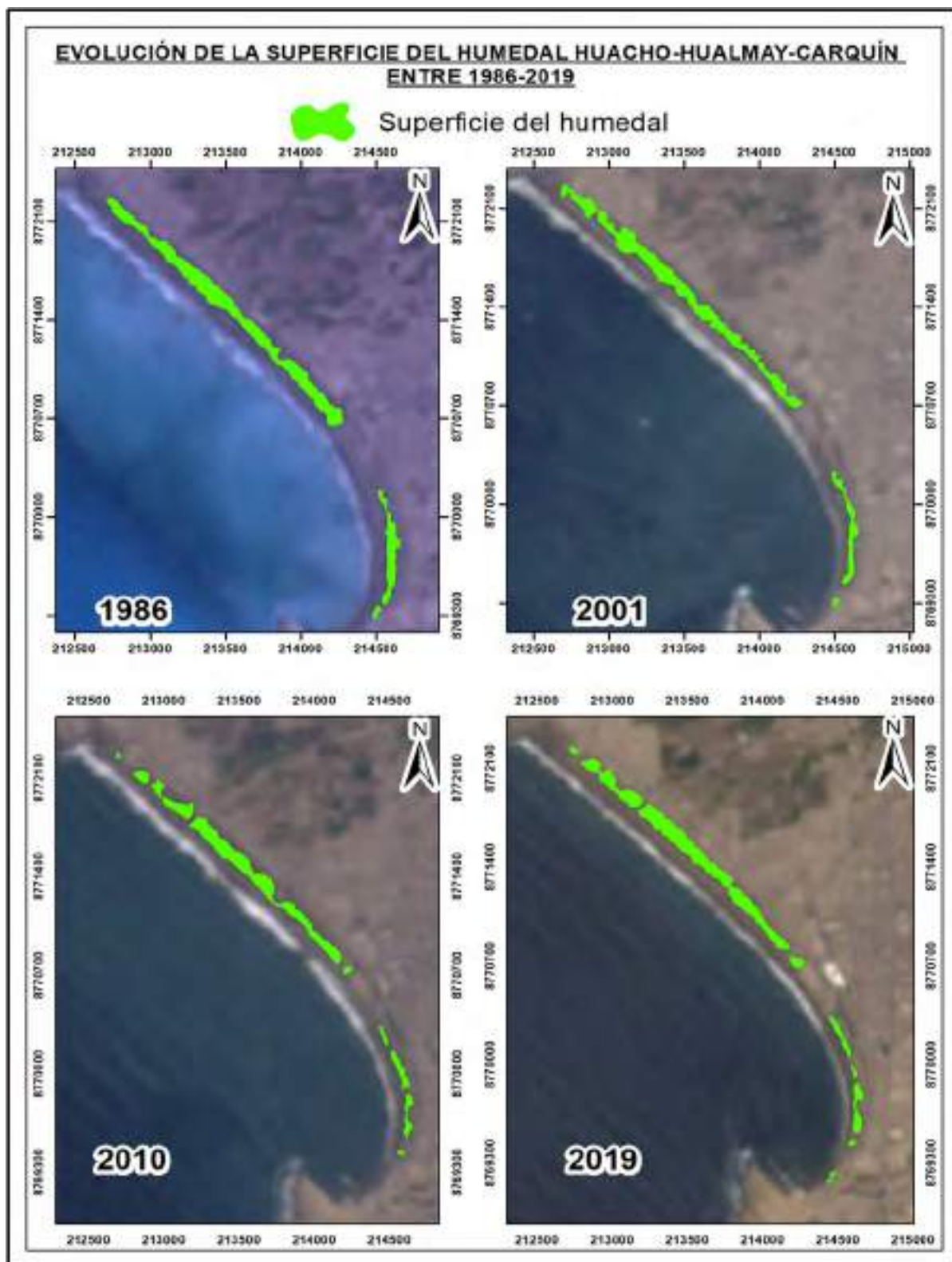


Figura 32. Variación del área total del humedal Huacho-Hualmay-Carquín durante los últimos 33 años. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 33 muestra la evolución que ha sufrido el humedal Huacho-Hualmay-Carquín respecto a su superficie en los últimos 33 años.



*Figura 33.* Variación de la superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín durante los últimos 33 años. *Fuente:* Elaboración propia.

La tabla 18 muestra los valores, expresados en hectáreas, que presentó la superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín entre los años 1986-2019.

**Tabla 18**

Variación de la superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín entre los años 1986-2019.

Variación de la superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín entre los años 1986-2019 (ha)								
Distritos	1986	1991	1995	2001	2006	2010	2015	2019
Huacho	7,25	5,24	5,04	5,15	3,93	3,77	2,64	3,11
Hualmay	9,81	8,11	7,06	8,11	8,34	8,29	7,67	7,95
Carquín	4,59	3,49	4,93	5,55	3,45	3,4	2,87	3,52
Total	21,65	16,84	17,03	18,81	15,72	15,46	13,18	14,59

*Fuente:* Elaboración propia

En el caso de la parte del humedal que se encuentra en el distrito de Carquín desde el año 1986 al 2001 presentó un incremento de 0,96 ha llegan a alcanzar un área de 5,55 ha, pero luego sufrió una reducción de 2,12 ha, teniendo como resultado actual un total de 3,52 ha tal como se muestra en la Figura 34.

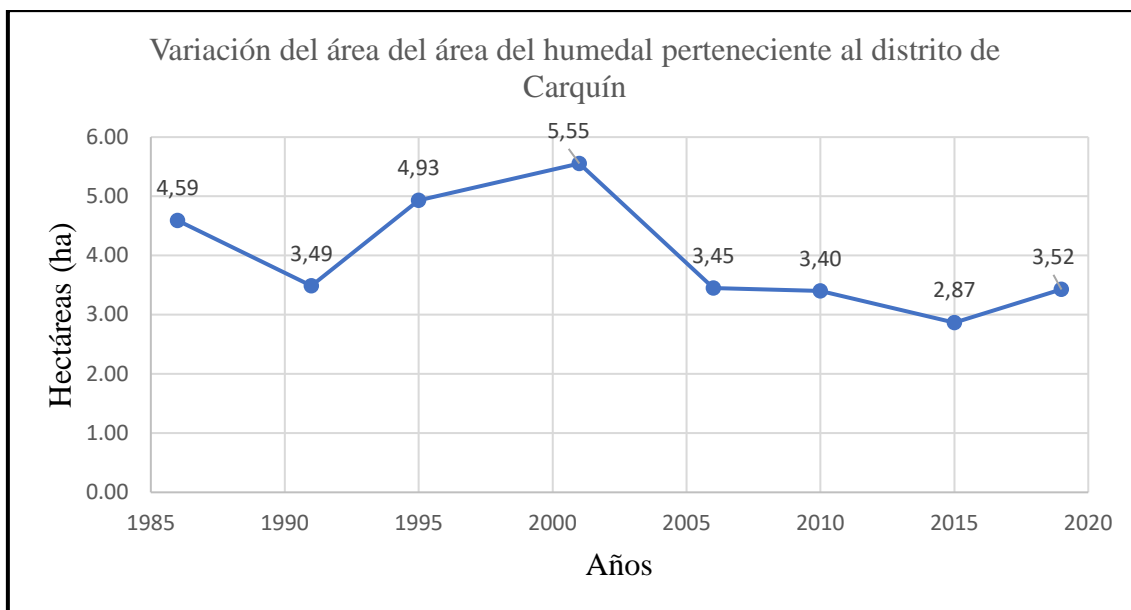


Figura 34. Variación del área del humedal correspondiente al distrito de Carquín durante los últimos 33 años. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 35 muestra la variación del área correspondiente al distrito de Hualmay la cual en el año de 1986 tuvo un área de 9,81 ha de cobertura, posteriormente a ello, al año 1995 presentó una reducción de 2,77 ha, contabilizándose 7,06 ha en total. Sin embargo, en los posteriores 15 años presentó un aumento de 1,23 ha, contabilizándose al año 2010 un área total de 8,29 ha. Al año 2019 se contabilizó un área total de 7,95 ha, presentando una reducción total de 1,86 ha contabilizado desde el año 1986.

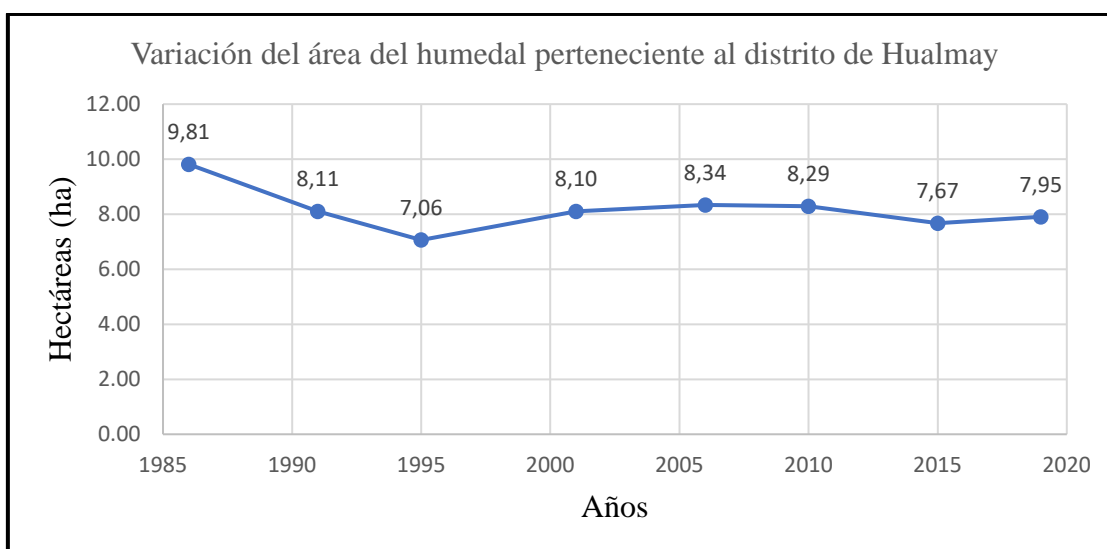




Figura 35. Variación del área del humedal correspondiente al distrito de Hualmay durante los últimos 33 años. Fuente: Elaboración propia.

La porción del humedal correspondiente al distrito de Huacho, como se aprecia en la Figura 36, presentó una disminución progresiva desde el año 1986, en el cual tuvo un área de 7,25 ha, al año 2015 tuvo una reducción de 4,61 ha, presentando para esa fecha un área de 2,64 ha, sin embargo, al año 2019 tuvo un incremento de 0,47 ha, alcanzando 3,26 ha. La pérdida total de área que presentó el distrito de Huacho fue de 4,14 ha contabilizado desde el año 1986.

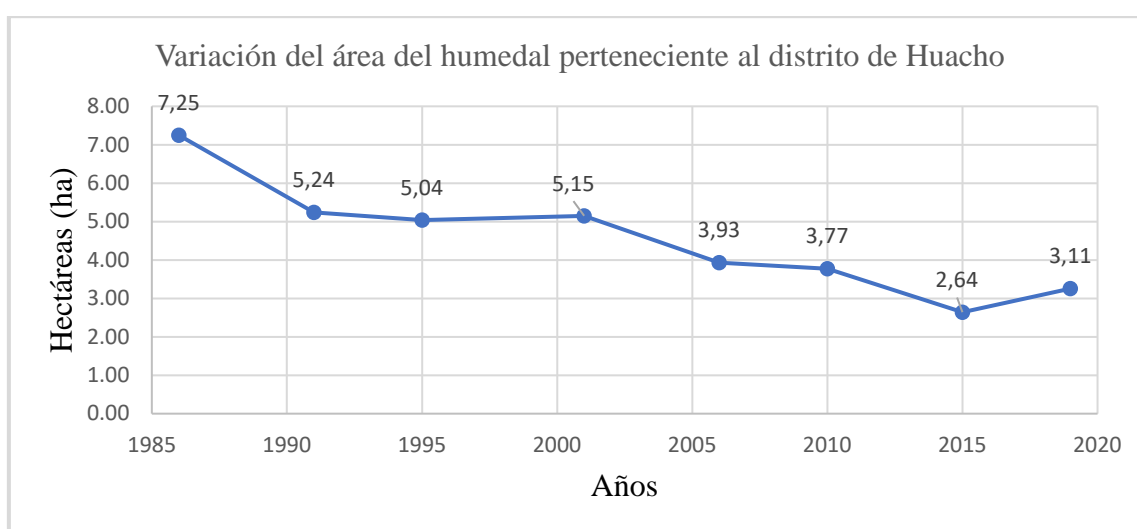


Figura 36. Variación del área del humedal correspondiente al distrito de Huacho durante los últimos 33 años. Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

### 4.1. Evaluación de la riqueza de ornitofauna y flora vascular presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín

Los resultados de la evaluación de la riqueza de ornitofauna realizada en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín arrojó un resultado de 45 especies diferentes que se encuentran presentes en este ecosistema. Si bien es cierto hay presencia de gansos en la laguna ubicada en la playa Chorrillos de Huacho, esta especie no se consideró dentro del listado debido a que son propiedad de las personas que tienen sus establecimientos cerca de la zona y son llevadas con fines turísticos, mas no se encuentran todo el tiempo presente en el lugar.

El resultado hallado nos da una idea de la diversidad de especies que se encuentran en este ámbito, sin embargo, para tener una aproximación real de la totalidad de las especies que habitan el humedal es necesario realizar una evaluación anual, pues para fines del presente estudio solo se contabilizó hasta el mes de noviembre faltando así evaluar los posteriores meses. En base al primer reporte de aves del humedal realizado por Astocaza (2018), llevado a cabo en febrero de ese año, se contabilizó un total de 39 especies de las cuales 6 no figuran en el presente reporte, siendo así las especies: *Calidris bairdii*, *Ixobrychus exilis*, *Athene cunicularia*, *Charadius wilsonia*, *Anthus lutescens* y *Tringa semipalmata* las ausentes. Si se contabilizan ambos registros se obtiene un total de 53 especies, sin embargo, es necesario continuar evaluando a fin de tener una lista de la riqueza total de especies que se pueden encontrar en el humedal.

Respecto a los humedales costeros de la provincia de Huaura, Cruz *et al.* (2007) reportó 81 especies de aves presentes en el humedal Laguna El Paraíso, siendo este registró superior al reportado por Quiñonez y Hernández (2017) quienes reportaron 61 especies, sin embargo,

esta cantidad de especies es referencial debido a que constantemente se realizan censos en el lugar por parte de los trabajadores del complejo arqueológico “Bandurria” que se sitúa junto al humedal, faltando así reportar la totalidad de especies que se encuentran en el humedal, pues según Castillo (2010) el humedal posee un registro histórico de 125 especies. Lo mismo ocurre con el A.C.R. Albuferas de Medio Mundo, según el Proyecto de Conservación de la Costa Central [Procomhcc] citado por Gobierno Regional (2015) el humedal alberga 62 especies de aves. Asimismo, el humedal Laguna La Encantada posee un registro de 29 especies diferentes que se encuentran en el lugar (Castillo, 2010).

A la fecha esto ubica al humedal Huacho-Hualmay-Carquín como el tercer humedal costero más rico en ornitofauna de la provincia de Huaura, siendo necesario realizar evaluaciones permanentes de los humedales ya mencionados, así como también los humedales que no poseen registros como es el caso del humedal Laguna Las Totoritas y Las Salinas de Huacho, para así poder tener un registro más completo de la biodiversidad que albergan los distritos en los que se encuentran estos ecosistemas y tener el sustento para poder implementar mecanismos de conservación.

La riqueza de flora vascular que se obtuvo en la evaluación dio como resultado un registro de 37 especies, esta cantidad es inferior a las 41 especies que reportaron Aponte y Cano (2018), esto se debe a que en el presente trabajo solo se desarrolló con una salida de campo. Por otro lado, la presente evaluación fue más completa debido a que consideró el área del humedal perteneciente al distrito de Huacho, la cual no fue evaluada por el trabajo anterior. En cuanto a nuevos registros es necesario mencionar la presencia de *Arundo donax*, *Nasturtium officinale*, *Ipomoea sp* y *Echinochloa cruz-pavonis* (ver Apéndice 12). Esto permite afirmar que aún faltan especies por encontrar por lo que se requiere volver a realizar una evaluación, pero de manera integral, abarcando los tres distritos en los que se encuentra el humedal.

#### 4.2. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del humedal Huacho-Hualmay-Carquín

Los parámetros fisicoquímicos que fueron evaluados, en su mayoría, arrojaron resultados dentro de lo establecido por el ECA-agua de categoría 4 destinada para lagos y lagunas. Los únicos parámetros que excedieron los valores permitidos fueron el fósforo total ( $0,51 \text{ mg. L}^{-1}$ ), el nitrógeno total ( $9,63 \text{ mg. L}^{-1}$ ) y la conductividad ( $1970 \text{ } \mu\text{S /cm}$ ). En el caso de los dos primeros parámetros puede deberse a que los chorrillos que alimentan las lagunas que se encuentran en el humedal, son utilizados constantemente por la población local para lavar ropa o sus vehículos. El lavado de ropa en los chorrillos es una práctica que ya lleva décadas realizándose y se mantiene en nuestros días. El uso constante de detergentes convencionales es la principal fuente a la que se le puede asociar que los parámetros de nitrógeno total ( $9,63 \text{ mg. L}^{-1}$ ) y fósforo total ( $0,51 \text{ mg.L}^{-1}$ ) sean tan altos, sin embargo, los resultados obtenidos son menores a los reportados en el humedal Laguna La Encantada cuyos valores de nitrato y fósforo total son superiores a los  $20 \text{ mg.L}^{-1}$  (Atanacio, 2018), pero casi similares a los reportados por (Quiroz, 2019) en el humedal Albuferas de Medio Mundo cuyos valores de nitrógeno total oscilaban entre los  $1,080 \text{ mg.L}^{-1}$  como valor mínimo y  $15,3 \text{ mg.L}^{-1}$  como valor máximo. Esto puede explicar el crecimiento constante de vegetación que llega a cubrir parcial o totalmente algunos sectores de los espejos de agua presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín.

En el caso de los valores de conductividad, los cinco primeros puntos de muestreo fueron los que sobrepasaron los ECA para agua, pero el punto 1 y punto 2, ubicados en el distrito de Huacho, fueron los que presentaron valores más altos ( $1868 \text{ } \mu\text{S /cm}$  y  $1970 \text{ } \mu\text{S /cm}$  respectivamente); al respecto Peña *et al.* (2019) quienes presentaron los reportes de las evaluaciones hidrogeológicas de la cuenca del río Huaura en donde se tomaron como referencia cuatro chorrillos pertenecientes a la zona del humedal (2 ubicados en el distritos de Huacho, 1 en Hualmay y 1 en Carquín) afirman que los altos valores de conductividad que se obtuvieron en los puntos dos puntos muestreados en Huacho ( $2160 \text{ } \mu\text{S/cm}$  y  $2072 \text{ } \mu\text{S/cm}$ ) son producto de que el agua que da origen a los chorrillos se encuentra asociado a depósitos sedimentarios marinos, a materiales que poseen alto contenido de sales solubles o incluso también al retorno de aguas de riego con alto contenido de sales.

Los resultados de los parámetros microbiológicos, específicamente los coliformes termotolerantes, arrojaron valores cercanos a 0. Es necesario de resaltar que los resultados de este parámetro no fueron analizados con rapidez, sino que se analizaron 3 meses después debido a que se declaró estado de emergencia en el mes de marzo y las muestras se almacenaron en las instalaciones del laboratorio, por tal motivo es necesaria una nueva evaluación de este componente a fin de comprobar si los resultados que se presentan en este trabajo se asemejan a la realidad o ha habido variación producto del periodo de almacenamiento

#### **4.3. Tensores ambientales presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín**

Los resultados obtenidos de la identificación y el análisis de los tensores ambientales presentes en el humedal muestran que el arrojado de los residuos sólidos, en su mayoría bolsas plásticas y desechos orgánicos, son los principales causantes del deterioro estético del paisaje. Esta mala práctica realizada por la población refleja la poca conciencia ambiental de algunos pobladores que viven a los alrededores y a su vez el escaso control y fiscalización en ese sector por parte de las autoridades locales. Asimismo, la presencia de residuos sólidos en el humedal perjudica a la fauna silvestre debido a que estas, en su mayoría aves, llegan a consumir los residuos que la población arroja. Sin embargo, el arrojado de los residuos de construcción y demolición es el tensor ambiental que mayor impacto genera, esto debido a que la disposición inadecuada de los mismos genera, no solo la perturbación de la fauna y mal aspecto estético el paisaje del lugar, sino que principalmente la reducción del ecosistema debido a que se llegan a obstruir las fuentes de agua que alimentan al humedal y a cubrir la cobertura vegetal presente, esta situación también es similar en los humedales evaluados por (Poblete, 2014) los cuales presentaban un mayor deterioro producto de los impactos provocados por la antropización, de la misma manera concuerda con los resultados de (Paredes, 2010) quien concluyó que los humedales sin iniciativas de conservación son más propensos a las perturbaciones.

Por otro lado, si bien es cierto que el uso de los chorrillos por parte de la población para fines recreativos y de aprovechamiento, como es el caso para el lavado de ropa y los vehículos, impacta directamente los espejos de agua por el uso de detergentes convencionales y cuyos

residuos son arrojados en el mismo lugar, lo que ocasiona que determinados sectores de los espejos de agua presentes en el humedal se cubran de vegetación. Este tipo de situaciones se tienen que abordar, pero considerando el hecho de que dicha actividad se ha realizado de generación en generación, es por ello de que, si se quiere disminuir el impacto, es necesario sustituir las malas prácticas por unas que sean más amigables con el medio ambiente, como es el uso de productos orgánicos que sustituyan a los convencionales.

Las quemas de vegetación también son muy comunes en el humedal, esto principalmente lo realiza la población cuando, en determinados sectores, apilan y quema la basura presente en el lugar lo que genera que el fuego se expanda. Asimismo, el uso del humedal por la población que cría ganado, principalmente en la parte de del distrito de Caleta de Carquín y Hualmay es una práctica que también durante generaciones se ha realizado lo que genera un aumento de nutrientes en los suelos producto de las excretas del animal. A esto se le suma el colapso ocasional de las tuberías de desagüe en el sector de Hualmay y Carquín, lo cual afecta directamente a los espejos de agua que se encuentran en esos sectores.

Todas estas problemáticas son muy frecuentes en los humedales costeros tal como lo mencionan Cruz (2002); La Torre y Aponte (2009); Aponte y Ramírez (2011); Moschella, (2012); Cruz (2002) y Vilela (2010).

#### **4.4. Pérdida de superficie del humedal Huacho-Hualmay-Carquín**

El análisis multitemporal de la cobertura del humedal Huacho-Hualmay-Carquín da como resultado final una reducción de 7,14 ha, esta reducción se debe principalmente a los factores de antropización manifestados en el constante arrojado de residuos de construcción que se han ido acumulando durante los últimos 33 años, esta mala práctica que aun continua en determinados sectores es la responsable de que el humedal presente una cobertura actual de tan solo 14,59 ha. Por otro lado, también se evidenciaron dos periodos de aumento de cobertura en el humedal, el primer aumento de cobertura se apreció en el periodo comprendido entre los años 1995-2001 y el segundo aumento se aprecia entre los años 2015-2019, una posible hipótesis que permita explicar esas variaciones puede recaer en la incidencia del Fenómeno del Niño acontecidos en los años 1997-98 y 2017 que fueron unos de los más fuertes registrados hasta la fecha, ya que las altas precipitaciones ocasionaron que el caudal del Río Huaura durante los meses de enero a mayo durante el evento de 1997-98 llegaran a un caudal promedio de 141,44 m<sup>3</sup>/s (Ministerio de Agricultura [MINAG] (s/f), citado por Centro de Información Sobre Desastres y Salud, s/f) de la misma forma durante el año 2017 cuyos caudales registrados llegaban hasta los 139,72 m<sup>3</sup>/s según cifras del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI], citadas por el Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural [AGRORURAL] (2017). Sin embargo, esta hipótesis debería ser materia de investigación.

De los tres distritos en los que se encuentra el humedal, la mayor pérdida de cobertura se dio en el distrito de Huacho con una reducción total de 4,14 ha de un total de 7,25 contabilizadas desde el año 1986, luego le sigue el distrito de Carquín con un total de 2,03 ha perdidas y el distrito de Hualmay es el que menor cantidad de hectáreas ha perdido con un total de 1,86 ha. Estas variaciones de pérdida de cobertura se deben a que en el caso del distrito de Huacho y Carquín la cercanía entre la población y el humedal es más estrecha, a lo que se suma la ampliación de los espacios recreativos para el disfrute de la población. Sin embargo, en Huacho se presenta mucho más impacto esto puede deberse a que el crecimiento urbano ha sido más acelerado considerando un incremento poblacional que se ha ido registrando en los censos nacionales, ya que según el octavo censo nacional realizado en el año 1981 Huacho tuvo una población de 40 589 habitantes, el noveno censo poblacional realizado en el año 1993 evidenciaron un ascenso poblacional a 49 275, en el onceavo censo nacional llevado a

cabo el 2007 la población ascendió a 55 442 y en el último censo nacional realizado en el año 2017 la población alcanzó los 63 142 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (1981); [INEI] (1993); [INEI] (2007); [INEI] (2017))

Ese aumento poblacional trajo consigo que aumenten la cantidad de viviendas, lo que generó que los residuos de construcción que se generaban durante las actividades sean progresivamente depositados en el humedal, al encontrarse en abandono, esta problemática también es manifestada en los casos estudiados por Vilela (2010) y Moschella (2012).



## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- El humedal Huacho-Hualmay-Carquín posee una riqueza de 45 especies de aves, sin embargo, si se consideran datos de evaluaciones anteriores el humedal tendría hasta la fecha una riqueza histórica total de 53 especies, faltando aun especies por reportar.
- La flora vascular registrada en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín fue de 37 especies de las cuales *Arundo donax*, *Nasturtium officinale*, *ipmonea sp* y *Echinochloa cruz-pavonis* constituyen cuatro nuevos registros no reportados en trabajos anteriores.
- Los valores elevados de Nitrógeno Total y Fósforo Total en los espejos de agua se les puede asociar directamente a las actividades de lavado de ropa que realiza la población local en los chorrillos que dan origen al humedal Huacho-Hualmay-Carquín.
- El arrojado de residuos de construcción es el tensor ambiental que mayor impacto ha ocasionado, ya que ha traído como consecuencia la disminución de la cobertura del humedal Huacho-Hualmay-Carquín. De igual manera los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos que la población arroja en el ecosistema son los principales responsables de la pérdida estética del paisaje.
- El humedal Huacho-Hualmay-Carquín ha sufrido una reducción de su superficie estimada en 7,14 ha durante los últimos 33 años producto de las actividades antrópicas, siendo el distrito de Huacho el lugar donde mayor afectación ha habido, pero a pesar de ello y de poseer una extensión pequeña a comparación de los demás humedales costeros pertenecientes a la provincia de Huaura, alberga una significativa cantidad de especies tanto de flora vascular como de ornitofauna y posiblemente de otros componentes de la biodiversidad que aún faltan ser estudiados.

- Los procesos de urbanización desordenados traen consigo de que ecosistemas, como es el caso del humedal Huacho-Hualmay-Carquín se vean impactados, ya que mientras no exista algún mecanismo de protección dentro de los gobiernos locales que busque resaltar la importancia y que garantice la conservación de estos espacios naturales, existe el riesgo de su desaparición y con ello la pérdida de los servicios ecosistémicos que proveen. Es por ello que es importante el desarrollo de propuestas que busquen conservar estos espacios naturales para evitar su desaparición (ver Apéndice 13).

- En base al análisis de las variables evaluadas el estado de conservación del humedal puede ubicarse dentro de una categoría de vulnerable, debido a que ha presentado una tendencia marcada de reducción en su superficie producto del crecimiento urbano, sumado a ello la poca presencia de los gobiernos locales por tomar medidas que busquen proteger y poner en valor este espacio natural, que a pesar de su reducida extensión alberga una notable presencia de biodiversidad que aun falta por seguir estudiando, así como también provee de servicios ecosistémicos a los distritos en los que se distribuye.

## **CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES**

- Realizar una evaluación integral de la diversidad de flora vascular que se encuentra en todo el humedal Huacho-Hualmay-Carquín y realizar una clasificación supervisada por medio de imágenes de alta resolución espacial, con la finalidad de tener una cartografía real de los recursos vegetales que posee, así como también propuestas para su aprovechamiento.
- Realizar una evaluación anual de la diversidad de ornitofauna que se puede encontrar en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín.
- Realizar evaluaciones de los demás componentes de la biodiversidad que se pueden encontrar en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín, como es el caso de la artropofauna, ictiofauna, herpetofauna y mamíferos terrestres.
- Realizar trabajos de educación ambiental con enfoque en la conservación de los recursos que proveen los ecosistemas costeros, como es el caso de los humedales, en conjunto con la población, las instituciones (Universidades) y las organizaciones sociales.
- Realizar una evaluación integral de las condiciones hidrogeológicas del acuífero que alimenta al humedal Huacho-Hualmay-Carquín, así como también de la calidad de los espejos de agua del humedal.
- Analizar la influencia del Fenómeno del Niño sobre los humedales costeros de la provincia de Huaura.

## REFERENCIAS

- Almeida-Funo, I. C. D. S., Pinheiro, C. U. B., y Monteles, J. S. (2010). Identificação de tensores ambientais nos ecossistemas aquáticos da área de proteção ambiental (APA) da Baixada Maranhense. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 5(1), 74-85.
- Alvino, V (2019). Humedales Costeros de la Región Lima: Acciones Frente al Cambio Climático [diapositiva]. Lima: Gobierno Regional de Lima. 11 diapositivas.
- Ambiente Ecológico (2019). Diccionario ecológico. Recuperado de: <http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/diccionarioEcologico/diccionarioEcologico.php3?letra=N&numero=01&rango=NADIR - NEURONA>
- Aponte, H. (2016). Ecosistemas potenciales para el turismo en la costa de Lima y Callao: oportunidades y perspectivas. *NOVUM OTIUM*, 1(1). Recuperado de: [http://aplicaciones.cientifica.edu.pe/repositorio/catalogo/\\_data/2.pdf](http://aplicaciones.cientifica.edu.pe/repositorio/catalogo/_data/2.pdf)
- Aponte, H., y Cano, A. (2018). Flora vascular del Humedal de Carquín-Hualmay, Huaura (Lima, Perú). *Ecología Aplicada*, 17(1), 69-76.
- Aponte, H., y Ramírez, D. W. (2011). Humedales de la costa central del Perú: Estructura y amenazas de sus comunidades vegetales. *Ecología aplicada*, 10(1), 31-39.
- Arana, C., y Salinas, L. (2003). Flora vascular de los Humedales de Chimbote, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 10(2), 221-224.
- Ardizzi, A, N. (2011). Fundamentos del sonido: Frecuencia, Periodo, Longitud de onda. Recuperado de: [http://www.emba.com.ar/biblioteca/Frecuencia%20-%20Periodo%20-%20Longitud%20de%20Onda%20-%20\(%20RESUMEN%20\).pdf](http://www.emba.com.ar/biblioteca/Frecuencia%20-%20Periodo%20-%20Longitud%20de%20Onda%20-%20(%20RESUMEN%20).pdf)
- Astocaza, M. (2018). Censo de Aves del humedal Carquín-Chorrillos. No publicado.
- Atanacio Rojas, R. A. (2018). *Determinación de los parámetros físicos químicos para evaluar la calidad de agua en la laguna la encantada provincia de Huaura-2016*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.

- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2009). Demarcación y Delimitación de las Autoridades Administrativas del Agua. Recuperado de: <https://es.calameo.com/read/00337014041925a877ef9>
- Avelino, R. (2013). Plan de Acondicionamiento Territorial de la Provincia de Huaura. [Plano de Zonificación]. 1: 35000. Recuperado de: [http://www.munihuacho.gob.pe/portal/documentos/PLANO\\_ZONIFICACION-PDF.pdf](http://www.munihuacho.gob.pe/portal/documentos/PLANO_ZONIFICACION-PDF.pdf)
- Banco Mundial. (2013). Perú se prepara para afrontar el retroceso de los glaciares andinos. Recuperado de: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/03/25/peru-prepares-to-face-the-retreat-of-andean-glaciers>
- Barrera, M. W. M., y Peñareta, Q. J. E. (2009). *Propuesta para la conservación de los humedales de Tres lagunas, Laguna Grande y Condorcillo y los ecosistemas adyacentes localizados en Oña, Nabón, Saraguro y Yacuambi en el sur del Ecuador*. (Tesis de grado). Universidad Técnica Particular de La Loja, Ecuador.
- Beltrán, A. y Suárez, L. (2010). Diagnóstico ambiental de los cuerpos internos de agua de la ciudad de Cartagena de Indias, Edición electrónica gratuita. Recuperado de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/10/DIAGNOSTICO-AMBIENTAL-CUERPOS-INTERNOS-compressed.pdf>.
- Berlanga-Robles, C. A., y Ruiz-Luna, A. (2004). Análisis comparativo de los sistemas clasificatorios de humedales. Instituto Nacional de Ecología/Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo AC México. Archivo interno.
- BirdLife International. (2016). *Calidris pusilla*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2016: e.T22693373A93400702. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22693373A93400702.en>.
- BirdLife International. (2018). *Pelecanus thagus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T22697619A132596827. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22697619A132596827.en>.
- Blanco, D. E. (1999). Los humedales como hábitat de aves acuáticas. Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe-ORCYT-Montevideo-Uruguay, 219-228.

- Carrasco, S. (2013). Metodología de la investigación científica. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Castillo, P. (2010). Humedales Costeros de la Región Lima (1ed.). Lima: Comunica2 S.A.C.
- Castillo, R., y Gómez, A. (2017). Composición taxonómica de macroinvertebrados del humedal Carquín-Hualmay, Lima, Perú. Libro de resúmenes: I congreso peruano de humedales, 31.
- Castro, M. I., Mendoza, C. W. y Suárez, M. (2017). Evaluación de las Unidades de Vegetación, mediante imágenes Wordlview3, en el área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo, Huaura, Lima – Perú. Libro de resúmenes: I congreso peruano de humedales, 34.
- Cavallaro, S., y Fratalocchi, C. (2015). La planificación ecológica del territorio a través del análisis multitemporal en San Ignacio, Misiones, República Argentina. Ciencias Espaciales, 8(1), 212-230.
- Centro de Información Sobre Desastres y Salud, (s/f). CAPITULO II: LOS EFECTOS FISICOS Y LAS AMENAZAS ASOCIADAS A LAS VARIACIONES CLIMATICAS. Recuperado de: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Abril-Mayo2005/CD1/pdf/spa/doc15910/doc15910-2.pdf>
- Chuvienco, E. (1995). Fundamentos de teledetección espacial. 2da edición. Ediciones RIALP, S.A. Madrid.
- Constitución Política del Perú. Congreso Constituyente Democrático, Lima, Perú. 29 de diciembre de 1993.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Washington, 13 de junio de 1992.
- Convención Relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Ramsar, 2 de febrero de 1971.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Gaborone, 30 de abril de 1983.

Convenio sobre la Diversidad Biológica. Río de Janeiro, 5 de junio de 1992.

Convenio sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (1979). Bonn, 1979.

Cruz, B. Z. A. (2002). *Evaluación del estado de conservación de las lagunas "El Paraíso", provincia de Huaura, departamento de Lima, Perú*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Cruz, Z., Angulo, F., Burger, H., y Borgesa, R. (2007). Evaluación de aves en la laguna El Paraiso, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 14(1), 139-144.

Custodio, E. (2001). Aguas subterráneas y humedales. En gestión y planificación hidrológica: cursos de verano 2001 (219-252). España: Universidad Pública de Navarra.

Decreto Supremo N.º 087-2004-PCM. Reglamento de ZEE. Diario Oficial El Peruano, Perú, 19 de diciembre de 2004.

Decreto Supremo N° 009-2014-MINAM. La Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021. 6 de noviembre de 2014.

Decreto Supremo N° 205-2019-PMC, que modifica al Decreto Supremo que crea la Comisión Multisectorial de la Naturaleza Permanente denominada "Comisión Nacional de Humedales". Diario Oficial El Peruano, Perú, 1 de enero de 2020.

Decreto Supremo N°004-2015 MINAM. Estrategia Nacional de Humedales. Diario Oficial El Peruano, Perú, 24 de enero de 2015.

Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI. Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Diario Oficial El Peruano, Perú, 8 de abril de 2014.

De la Cruz Vega, S. A., Flores, C. M. M., Rodriguez, E. F. T., Villegas, A. Q., Gavino, J. H. O., y Alejos, R. L. C. (2018). Granulometría, humedad y características de los suelos de la ciudad de Huacho, 2017. *Big Bang Faustiniiano*, 6(2).

D.S. N° 022-2016-VIVIENDA. Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 24 de diciembre de 2016.

D.S. N°006-2007-AG. Creación del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 25 de enero de 2007.

Díaz M. P. B. (2015). *Caracterizaciones ecológicas de los Bofedales, como hábitat vital de las Vicuñas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo con la aplicación de herramientas de SIG y teledetección*. (Tesis de doctorado). Universidad San Francisco de Quito. Colombia.

Digital Globe (2019). Recuperado de: <http://www.digitalglobe.com/company/about-us>

Dinerstein, E., Bookbinder, M. P., Graham, D. J., Ledec, G. C., Olson, D. M., Primm, S. A., y Webster, A. L. (1995). Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América Latina y el Caribe (No. 14996, pp. 1-176). The World Bank.

Domínguez, B. J. (2000). Breve introducción a la cartografía y a los sistemas de información geográfica [SIG]. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Javier\\_Dominguez/publication/237467702\\_Breve\\_Introduccion\\_a\\_la\\_Cartografia\\_y\\_a\\_los\\_Sistemas\\_de\\_Informacion\\_Geografica\\_SIG/links/0deec52724b3d7dcc4000000/Breve-Introduccion-a-la-Cartografia-y-a-los-Sistemas-de-Informacion-Geografica-SIG.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Javier_Dominguez/publication/237467702_Breve_Introduccion_a_la_Cartografia_y_a_los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_SIG/links/0deec52724b3d7dcc4000000/Breve-Introduccion-a-la-Cartografia-y-a-los-Sistemas-de-Informacion-Geografica-SIG.pdf)

Eguiguren, P. (2018). *Huacho de Antaño* (2ed). Huacho: Bruno Gutierrez Torero.

En playa Chorrillo: Alicia Drago Persivale, Blanca Drago Persivale, Olga Serpa, Víctor Campos, Reynaldo Serpa, Edel Mina Castillo, Lina Montes (1906). Archivo Regional de Lima.

Fajardo Vidal, N. (2018). *Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.

Feo, O., Solano, E., Beingolea, L., Aparicio, M., Villagra, M., José Prieto, M., ... y Beckmann, J. (2009). Cambio climático y salud en la región andina. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(1), 83-92. Recuperado de: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342009000100016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342009000100016&script=sci_arttext)



- Flores Crisostomo, N. E. (2019). *Evaluación de las unidades de vegetación mediante sistemas de información geográfica y teledetección en Pantanos de Villa, Chorrillos-Lima*. (Tesis de grado). Universidad Católica Sedes Sapientiae, Lima, Perú.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF] (2012). The State of the World's Children 2012: Children in an Urban World. Recuperado de:  
[https://www.unicef.org/publications/files/SOWC\\_2012-Main\\_Report\\_EN\\_13Mar2012.pdf](https://www.unicef.org/publications/files/SOWC_2012-Main_Report_EN_13Mar2012.pdf)
- Forero-Bernal, C. A.; Zabala-Parra, P. A., y Boada-Rodríguez, A. (2017). Análisis espaciotemporal de la incidencia antrópica en la cuenca del río Cauca, en el departamento del Valle, Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 22(1), 127-146.
- Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza [ProNaturaleza] (2010). *Humedales en la costa peruana*. Lima, Perú: GyG impresiones SAC.
- Gil, J. E. (2012). Retroceso glaciar y cambio climático en los andes peruanos: principales impactos. Recuperado de:  
[http://www.biodiversidadla.org/Documentos/Retroceso\\_glaciar\\_y\\_cambio\\_climatico\\_en\\_los\\_andes\\_peruanos\\_principales\\_impactos](http://www.biodiversidadla.org/Documentos/Retroceso_glaciar_y_cambio_climatico_en_los_andes_peruanos_principales_impactos)
- Gobierno Regional de Lima (2009). *Plan Maestro 2015 – 2019 de Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo*, Lima, Perú.
- Gobierno Regional de Lima (2015). *Plan Maestro 2015 – 2019 de Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo*, Lima, Perú.
- Gómez, M. C. y Triana, E. (2015). *Propuesta de Mejora al Plan de Manejo Ambiental del Humedal Jaboque, mediante la evaluación de impacto ambiental, caso de estudio Barrio Unir II en el tercio medio del humedal, Bogotá D.C.* (Tesis de grado). Universidad Piloto de Colombia, Bogotá D.C, Colombia.
- Gonzales, G. F., Zevallos, A., Gonzales-Castañeda, C., Nuñez, D., Gastañaga, C., Cabezas, C., y Steenland, K. (2014). Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 31, 547-556. Recuperado de:  
[https://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1726-46342014000300021](https://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1726-46342014000300021)

Gutiérrez, R. C. L. (2017). *Estimación de la captura de CO2 en el juncal del Área De Conservación Regional La Albufera De Medio Mundo (ACRAMM)*. (Tesis de grado). Universidad Católica Sedes Sapientia, Huacho, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/303>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2007). *Fundamentos de metodología de la investigación*. (6ta ed). McGraw-Hill Interamericana.

Hernández, M. (2010). Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano. *Terra Latinoamericana*, 28(2), 139-147. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792010000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000200005).

Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC] (2007). *Mejoras de los sistemas de cartografía del territorio colombiano*. Departamento de la Guajira.

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMET]. (2010). *Estudio geodinámico de la cuenca del río Huaura*. Recuperado de: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/274>

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (1981). *Censo nacional 1981*. Lima: INEI.

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (1993). *Censo nacional 1993*. Lima: INEI.

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2007). *Censo nacional 2007*. Lima: INEI.

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2017). *Censo nacional 2017*. Lima: INEI.

Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA] (1995). *Mapa Ecológico del Perú: Guía Explicativa*. Recuperado de: <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Maps/INRENA-mapa-ecologico.pdf>

Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA]. (2005). Inventario y monitoreo de las aguas subterráneas en el valle Huaura: anexos. Recuperado de: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2037>

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (2012). SINIA. Recuperado de: <http://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/2012.pdf>

Ipinze, J. (1966). Huacho ante la Historia. En: I. Hoyos, ed., Historia de Huacho, 2nd ed. Huacho: Ivan Hoyos, pp.55-64.

Jaramillo-Londoño, Á., Alarcón, C., Dallen, E., Carrillo Florián, K., Sierra Parada, R., Salazar López, L., y Cerón Alarcón, A. M. (2017). Diagnóstico de Aspectos Limnológicos del humedal El Resbalón (Cundinamarca, Colombia), como apoyo a estrategias para su conservación y manejo, VI Congreso sobre manejo de ecosistemas y biodiversidad. Recuperado de: <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9963/CubambienteEBJaramilloetal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kandus, P., N. Morandeira y F. Schivo (eds). (2010). Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Humedales del Delta del Paraná. Fundación Humedales / Wetlands International. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: [http://www.produccion-animal.com.ar/regiones\\_ganaderas/27-Ecosist\\_del\\_Delta-2010.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/regiones_ganaderas/27-Ecosist_del_Delta-2010.pdf)

Ley N° 26839. Ley Sobre la Conservación y el Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica. Diario Oficial El Peruano, Perú, 16 de julio de 1997.

Ley N° 27308. Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Diario Oficial El Peruano, Perú, 16 de julio de 2000.

Ley N° 27867. Ley Ley Orgánica de Gobiernos Regionales. Diario Oficial El Peruano, Perú, 18 de noviembre de 2002.

Ley N° 28611. Ley General del Ambiente. Diario Oficial El Peruano, Perú, 13 de octubre de 2005.

Ley N° 29338. Ley General de Recursos Hídricos. Diario Oficial El Peruano, Perú, 31 de marzo de 2009.

Ley N° 30754. Ley Marco Sobre Cambio Climático. Diario Oficial El Peruano, Perú, 18 de abril de 2018.

- Lowry, J. (2005). La utilización de programas y datos de SIG de bajo costo para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales. Informe Técnico de Ramsar núm. 2. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza). ISBN 2-940073-30-9.
- Martel, C., y Cairampoma, L. (2012). Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en "CICRA", Madre de Dios (Perú). *Ecología Aplicada*, 11(2), 59-65. Recuperado de: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162012000200003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162012000200003&script=sci_arttext)
- Martínez, A. A. A., Rodríguez, J. M., y Hernández, A. C. (2014). Los paisajes de humedales, marco conceptual y Aspectos metodológicos para su estudio y ordenamiento. *Mercator-Revista de Geografía da UFC*, 13(2), 169-191.
- Martino, D., L. (2000). Los Sumideros de Carbono en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto. Recuperado de: [http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/sumideros\\_carbono\\_kioto.pdf](http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/sumideros_carbono_kioto.pdf)
- Mendoza, L., Servan, A., Espinoza, B., Zuñiga, V., Castillo, D., Guerra, C., Gómez, C., Vargas, F., Tapia, F., García, R., Sierra, C., Benito, A., Cano, A., Rimarachin, V., Samanez, I. (2012). Estudio preliminar de la flora vascular y comunidades vegetales en la laguna La Encantada (Santa María, Huaura, Lima). Libro de resúmenes: XIII Congreso Nacional de Estudiantes de Biología.
- Meinzer, O. E. (1923). Outline of ground-water hydrology, with definitions (No. 494). US Gov. Print. Off.
- Ministerio del ambiente [MINAM]. (2010). Suelos [Versión Digital]. 1: 2 000,000. Recuperado de: <https://drive.google.com/file/d/0B6Fh65ABMZicU1ZpeHFhOFh2ZDQ/view>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2013). Mapas de sitios RAMSAR del Perú. Recuperado de: <http://siar.regionloreto.gob.pe/mapas/mapa-sitios-ramsar-peru>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. -- Lima: MINAM, 2015.

- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2016). El Perú y el cambio climático: tercera comunicación nacional del Perú. Recuperado de:  
<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3688.pdf>
- Ministerio del ambiente [MINAM]. (2019). Humedales en áreas naturales protegidas [diapositiva]. Lima. 11 diapositivas.
- Montoya, H., Barberena, C., y Quesquen, R. (1988). Algas de las Salinas de Huacho, Perú, con Énfasis en *Aphanothece halophytica* FREMY. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar.
- Montoya, T. H., y Olivera, G. A. (1993). *Dunaliella salina* from saline environments of the central coast of Peru. In *Saline Lakes V* (pp. 155-161). Springer, Dordrecht.
- Moreno-Casasola, P. (s/f). Servicios ambientales que proporcionan los humedales. Instituto de Ecología A.C. Recuperado de:  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2879/ServiciosAmbientalesHumadales.pdf?sequence=36&isAllowed=y>
- Moschella, P. (2012). *Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: casos Ventanilla y Puerto Viejo*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Municipalidad Provincial de Huaura (2013). Mapa de Zonificación de la ciudad de Huacho.
- Olaya, V. (2012). Sistemas de Información Geográfica. Recuperado de:  
[https://www.icog.es/TyT/files/Libro\\_SIG.pdf](https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf)
- Ordenanza Municipal N° 004-2014. Ordenanza que aprueba el plan de desarrollo urbano de la ciudad de Huacho 2013-2022. Diario Oficial El Peruano, Perú, 07 de marzo de 2014.
- Ordóñez, J. L. (2012). Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico. Manual formativo de ACTA, (62), 17-31.
- Ormeño, V. S. (2006). Teledetección Fundamental. Universidad Politécnica. Recuperado de: <http://pdi.topografia.upm.es/santi/descarga/FunTeled.PDF>

- Ovando, N., y Álvarez, A. (1 de febrero de 2017). Los humedales son una protección natural frente a ciertos fenómenos de la naturaleza. Noticias Iruya.com. Recuperado de: <https://noticias.iruya.com/a/economia/medio-ambiente/21956-los-humedales-son-una-proteccion-natural-frente-a-ciertos-fenomenos-de-la-naturaleza.html>
- Páez, J., Deon, J. U., y Camacho, C. (2017). Áreas Desprotegidas. Análisis de la gobernanza de las áreas Protegidas de la Provincia de Córdoba.
- Palomino, C. D. (2007). *Estimación del servicio ambiental de captura de CO<sub>2</sub> en la flora de Los Humedales de Puerto Viejo*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático [IPCC] (2014). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.
- Paredes, D. S. D. (2010). *Determinación de amenazas en humedales urbanos: Estudio de tres humedales de Valdivia, Chile*. (Tesis de grado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Peña, F., Renou, F., Condori, E., Sánchez, M. y Pari, W. (2019) - Hidrogeología de la cuenca del río Huaura (13756) - región Lima. INGEMMET, Boletín, Serie H: Hidrogeología, 5, 466 p., 2 mapas.
- Pérez, H., Luccini, E., Herrera, L., Parodi, M., Matar, M., Barrea, L., . y Masramón, E. (2015). Cuantificación de la captura de CO<sub>2</sub> por la flora nativa de totora en un humedal costero de Perú. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/129951410.pdf>
- Poblete, J. A. M. (2014). Catastro y estado de conservación de los humedales marinos/costeros en la Región del Biobío. *Tiempo y Espacio*, (33), 104-130.
- Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural [AGRORURAL] (2017). Incremento de los Caudales de los Ríos Huaura y Cañete. Recuperado de: <https://www.agrorural.gob.pe/incremento-de-niveles-y-caudales-de-los-rios-huaura-y-canete/>

- Quiñonez, A. S., y Hernandez, F. (2017). Uso de hábitat y estado de conservación de las aves en el humedal El Paraíso, Lima, Perú. *Revista peruana de biología*, 24(2), 175-186.
- Quiroz Santos, R. L. (2019). *Evaluación de los estados tróficos de la laguna principal del área de conservación regional Albufera de Medio Mundo, Huaura-Lima*. (Tesis de grado). Universidad Católica Sedes Sapientiae, Huaura, Perú.
- Ralph, C. J.; Sauer, J. R. y Droege, S. (1996) (ed.). *Monitoring bird populations by point counts*. (Rep. PSW-GTR-149). California, USA: Department of Agriculture & Pacific Southwest Research Station.
- Ramírez, J. P., Ayala, R. M., y Palomares, J. C. G. (2004). Utilización de un SIG para la determinación del impacto ambiental generado por actividades agrícolas, ganaderas e industriales: el caso del Valle Zapotitlán en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán Cuicatlán. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (38), 115-130.
- Ramsar. (29 de enero de 2015). Día Mundial de los Humedales: Declaraciones del Dr. Christopher Briggs, secretario general de la Convención de Ramsar. Recuperado de: <https://www.ramsar.org/es/nuevas/dia-mundial-de-los-humedales-declaracion-del-dr-christopher-briggs-secretario-general-de-la>.
- Real Academia Española [RAE] (2014). *Diccionario de la lengua española* (23ª ed.). Madrid: Espasa.
- Resolución Ministerial N° 248-2015-MINAM. Lineamientos para la Designación de Sitios Ramsar. *Diario Oficial El Peruano*, Perú, 22 de setiembre de 2015.
- Revueltas, S. O. R., y Córdova, S. N. (2014). *Evaluación ambiental del humedal Las Chozas en el área urbano rural del municipio de Popayán*. (Tesis de grado). Universidad de San Buenaventura, Bogotá, Colombia.
- Reyes, G. M. A. (2006). *Propuesta para una metodología para la determinación de objetivos de conservación en áreas a proteger el caso de la laguna de sonso, Colombia*. (Tesis de maestría). Universidad Internacional de Andalucía, Cali, Colombia.
- Rodríguez, E. L. (2010). Reflexiones medioambientales de la expansión urbana. *Cuadernos geográficos*, 46, 293-313.

- Rodríguez, V. M. I. (2017) *Variación de humedales costeros e irrigaciones agrícolas: el caso de la Albufera de Medio Mundo y el área agrícola de Huaura*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Ruiz, S. B. B. (2008). *Impacto antrópico sobre los humedales El Paraíso, Medio Mundo y La Encantada, Huaura, Lima-Perú, 2007-2008*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Rustom, A. (2012). Estadística descriptiva, probabilidad e inferencia: Una visión conceptual y aplicada. Departamento de Economía Agraria, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago de Chile.
- Secretaría de la convención de Ramsar (2009). Aguas arriba, Aguas Abajo: los humedales nos conectan a todos. Recuperado de:  
<https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/wwd2009-leaflet-high-s.pdf>
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010a). El manejo de las aguas subterráneas: Lineamientos para el manejo de las aguas subterráneas a fin de mantener las características ecológicas de los humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 11. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2010b). Directrices para la evaluación ecológica rápida de la biodiversidad de las zonas costeras, marinas y de aguas continentales. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal (Canadá), N° 22 de la Serie de publicaciones técnicas del CDB, y Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza), Informe Técnico de Ramsar N° 1.
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2013). Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).  
<https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual6-2013-sp.pdf>
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2015). Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: una recopilación de análisis recientes. Nota informativa Ramsar (7). Recuperado de:  
<https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/bn7s.pdf>
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).



Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010). Inventario, evaluación y monitoreo: Marco Integrado para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 13. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2011). Servicios de los ecosistemas de humedales ficha informativa 4 - retención y exportación de sedimentos y nutrientes. Ramsar. Recuperado de:  
[https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/services\\_04\\_s.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/services_04_s.pdf)

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2016). Humedales: una protección natural frente a los desastres. Ramsar. Recuperado de:  
[https://www.ramsar.org/sites/default/files/fs\\_9\\_drr\\_esp\\_30j.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/fs_9_drr_esp_30j.pdf)

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2010). Mapa de clasificación climática por el método de Thornthwaite. Recuperado de:  
<https://web2.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], (2019). Ecosistema Frágil. Recuperado de: <https://www.serfor.gob.pe/modulos-sniffs/informacion-especializada/ecosistemas-fragiles>

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA] (2020). ¿En qué consiste la norma que busca proteger a los humedales? Recuperado de:  
[https://www.actualidadambiental.pe/norma-humedales-peru/?utm\\_source=facebook&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=SocialWarfare&fbclid=IwAR14g1SBNSMHRfSkSRi9-APZUOtTImVPzJwo13LyceZbfHbCLQFJL0PqD7E](https://www.actualidadambiental.pe/norma-humedales-peru/?utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=SocialWarfare&fbclid=IwAR14g1SBNSMHRfSkSRi9-APZUOtTImVPzJwo13LyceZbfHbCLQFJL0PqD7E)

Sociedad peruana de derecho ambiental [SPDA]. (2019). ¿Qué son los servicios ambientales? Recuperado de: [http://www.legislacionambientalspda.org.pe/index.php?option=com\\_content&view=article&id=283&Itemid=4167](http://www.legislacionambientalspda.org.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=283&Itemid=4167).

The Nature Conservancy. (1999). Planificación para la conservación de sitios: Un proceso para la conservación de sitios prioritarios. 129 p.

Torero, D. (2000a). Fundación y Reducción española de Huacho. En: I. Hoyos, ed., Historia de Huacho, 2nd ed. Huacho: Iván Hoyos, pp.35-42.

Torero, D. (2000b). Huacho, Puerto de Libertad. En: I. Hoyos, ed., Historia de Huacho, 2nd ed. Huacho: Iván Hoyos, pp.43-54.

Torre, María I. La, y Aponte, Héctor (2009). Flora vascular y vegetación de los humedales de Puerto Viejo. *Revista Peruana de Biología*, 16(2),215-217. ISSN: 1561-0837. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1950/195014939015>

Tucker, C. J., y Sellers, P. J. (1986). Satellite remote sensing of primary production. *International journal of remote sensing*, 7(11), 1395-1416.

United States Environmental Protection Agency [U.S. EPA] (2002). Methods for evaluating wetlands condition: biological assessment methods for birds. Office of water, U.S. Environmental protection agency, Washington, DC, USA. 16 p.

USGS (2019). Recuperado de: <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat>

Valdivielso, A. (s/f). ¿Qué es un acuífero? Recuperado de: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-acuifero>

Van Dalen, P, (2010). Investigaciones arqueológicas en Hualmay, valle de Huaura. *GUARA*, (08). 15-27.

Vargas, P. (2009). El Cambio Climático y sus Efectos en el Perú. Banco Central de Reserva del Perú. Recuperado de: <http://sinia.minam.gob.pe/modsinia/public/docs/1745.pdf>

Véliz, C., Tovar, L. A., Tovar, C., Regal, F., y Vásquez, P. (2008). Seleccionando sitios prioritarios para la conservación en la Ecorregión Desierto de Sechura-Perú. *Zonas Áridas*, 12, 36-59.

Vilela, J. R. E. (2010). Estudio del recurso natural humedales de villa maría y su importancia en el desarrollo urbano, ambiental y turístico en la ciudad de Chimbote-Perú. *UCV-SCIENTIA*, 2(1), 81-90. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6181505>

Villacorta, S. P., Chira, J. E., Ochoa, M. B., Sánchez, M., Pari, W., y Valencia, M. M. (2010). Estudio geoambiental de la cuenca del río Huaura-[Boletín C 41]. 1560-9928.

Zuta, L. M. S. (2018). *Influencia del proceso de urbanización en el humedal del centro poblado Pomocochas-Amazonas 2017*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas, Perú.

## TERMINOLOGÍA

**Acuífero:** Formación geológica que presenta una permeabilidad y porosidad determinada, que tiene la cualidad de retener o ceder agua y cuya ubicación se encuentra en la zona saturada del suelo (Valdivieso, s/f).

**Crecimiento Urbano:** Aumento del número de personas que habitan en un determinado pueblo o ciudad, cuyo ritmo va a depender del aumento natural o de las migraciones (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2012).

**Dato.** Información dispuesta de manera adecuada para su tratamiento por un ordenador (Real Academia Española [RAE], 2014).

**Digital Globe.** Compañía que proporciona imágenes satelitales de la alta resolución lo cual permite realizar análisis más acertados facilitando la toma de decisiones (Digital Globe, 2019).

**Ecosistema frágil.** Son espacios que presentan alto valor de conservación y son vulnerables a las actividades antrópicas que se desarrollan cerca de ellos, poniendo en riesgo los servicios ambientales que brinda (Servio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], 2019).

**Espectro electromagnético.** Conjunto de las frecuencias a las que se produce radiación electromagnética donde el mínimo es 0 y el máximo tiene tendencia al infinito (Ordóñez, 2012).

**Landsat.** Satélites puestos en órbita por Estados Unidos que capturan imágenes de moderada resolución para el apoyo de la teledetección en la toma de decisiones sobre los recursos naturales y el medio ambiente (USGS, 2019).

**Longitud de onda.** Distancia que recorre una onda en un período de tiempo (Ardizzi, 2011).

**Servicio ambiental.** Beneficios que nos brinda la naturaleza. Estos pueden ser de aprovechamiento directo (regulación del ciclo de los recursos hídricos y la degradación de los suelos, producción de alimentos, control biológico) y de aprovechamiento indirecto (la fotosíntesis, captura de carbono, el ciclo de nutrientes, entre otros) (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA], 2019).

**Unidad de Vegetación:** La guía de inventario de flora y vegetación del Ministerio del Ambiente lo define como: Es sinónimo de tipo de vegetación y constituye la unidad mínima de análisis y que es el producto del proceso de clasificación de la vegetación en sus diferentes ámbitos de detalle (Ministerio del Ambiente, 2015).

## APÉNDICES

Apéndice 1. Humedal de Huacho – Piscina “El Inka” (Foto tomada en la década de los 80)

*Fuente:* Archivo Regional de Lima.



Apéndice 2. Cronograma de ejecución de las fases de la investigación.

<b>Fase</b>	<b>Actividad</b>	<b>jul- 2019</b>	<b>ago- 2019</b>	<b>sep- 2019</b>	<b>oct- 2019</b>	<b>nov- 2019</b>	<b>dic- 2019</b>	<b>ene- 2020</b>	<b>feb- 2020</b>	<b>03- 2020</b>	<b>04- 2020</b>	<b>05- 2020</b>	<b>06- 2020</b>	<b>07- 2020</b>
<b>Preliminar</b>	Descarga y procesamiento de imágenes satelitales	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Elaboración de cartografía base	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Campo</b>	Conteo de aves	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
	Colecta de flora vascular	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	Toma de muestras de agua	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	Encuestas	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
	Identificación de tensores ambientales	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Laboratorio</b>	Lista de ornitofauna	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Lista de flora vascular	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
	Determinación de superficie del humedal	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Análisis de encuestas	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
	Resultados de muestras de agua	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<b>Gabinete</b>	Redacción de informe final	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X

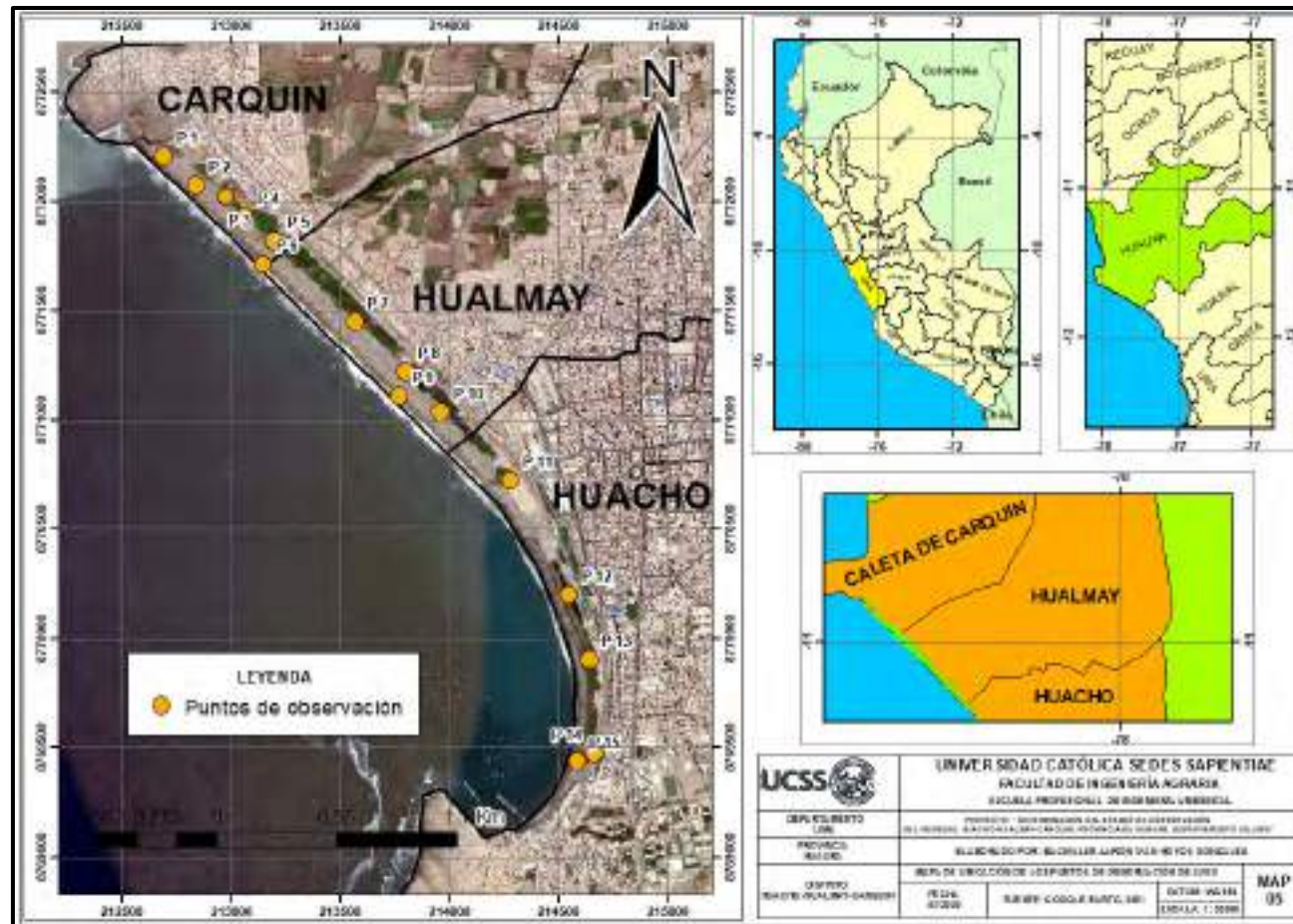
Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 3 Matriz de registro de observación de aves.

Lugar: _____ Fecha: _____ Hora I/T: _____ Punto: _____ T°: _____ H% _____				
Coordenada:				
N°	Especie	N°	Ubicación	Observaciones (tensores-impactos)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
....				

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 4. Distribución de los puntos de observación de aves



Fuente: Elaboración propia.





## Apéndice 6. Modelo de encuesta aplicado

### ENCUESTA DE PERCEPCIÓN SOBRE EL HUMEDAL HUACHO-HUALMAY-CARQUÍN

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. Podría decirnos cuál es el concepto que tiene usted, para humedal

- a) Espacio de terreno cubierto de aguas superficiales y subterráneas con poca profundidad.
- b) Parte de terreno que permanece húmedo y se encuentra rodeado de charcos, lagunas de aguas permanentes o estacionales.
- c) Ecosistemas intermedios entre medio acuático (mar, playa) y continental (tierras, poblados).
- d) Espacios con agua estancada que son alimentados por agua subterránea y que están cerca al mar.
- e) Ninguno de las anteriores.

2. Usted vive cerca de un humedal o ha visitado alguno.

- a) Sí.
- b) Sí, pero no sabía que era un humedal.
- c) Me gustaría visitar uno.
- d) No.
- e) Me es indiferente.

Nombre del humedal que visitó: \_\_\_\_\_

3. ¿Le da algún uso al humedal Huacho-Hualmay-Carquín?

- a) Sí
- b) No

Especificar: \_\_\_\_\_

4. ¿Con qué frecuencia visita el Humedal Huacho-Hualmay-Carquín?

- a) Siempre
- b) Casi siempre
- c) Algunas veces
- d) Rara vez
- e) Nunca.

5. Desde que usted conoce el humedal Huacho-Hualmay-Carquín considera que el tamaño del humedal ha disminuido con el paso del tiempo.

- a) Sí, ha disminuido mucho
- b) A disminuido un poco.
- c) No recuerdo el tamaño que tenía antes.
- d) No ha disminuido nada, sigue igual.

6. Cuáles son los impactos más frecuentes que recibe el humedal por parte de la población.

\_\_\_\_\_

7. Marque el recuadro según crea conveniente.

N°	Pregunta	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1	Usted cree que es importante conservar el humedal Huacho-Hualmay-Carquín					
2	Considera que es importante conocer la flora y fauna que se encuentra en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín					
3	¿Usted, estaría de acuerdo en participar gratuitamente en actividades y/o realizar acciones que busquen mejorar las condiciones del humedal Carquín-Hualmay?					
4	Usted, ¿considera importante que las instituciones de investigación, universidades y población organizada pueden contribuir con el mejoramiento del estado de conservación del humedal?					
5	Considera que es importante cuidar los espejos de agua del humedal Huacho-Hualmay-Carquín					
6	Considera que es importante cuidar la vegetación presente en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín					
7	Considera que es importante cuidar la fauna presente en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín					
8	Estaría de acuerdo en participar en programas gratuitos que busquen capacitar sobre el cuidado y manejo del humedal.					
9	Considera que el humedal Huacho-Hualmay-Carquín puede convertirse en un importante sitio turístico si se mejoran sus condiciones actuales.					
10	Considera usted, que el humedal Huacho-Hualmay- Carquín se encuentra deteriorado/ dañado por las actividades que realiza la población que viven en las inmediaciones de la zona.					
11	Considera que el humedal debe estar protegido por el gobierno regional y las municipalidades de Huacho-Hualmay y Carquín					

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 7. Lista de especies de ornitofauna registradas según distribución geográfica

N°	Especie	CARQUÍN	HUALMAY	HUACHO
1	<i>Falco sparverius</i>	-	-	X
2	<i>Sicalis luteola</i>	-	-	X
3	<i>Mimus longicaudatus</i>	-	-	X
4	<i>Pluvialis squatarola</i>	X	X	-
5	<i>Charadrius vociferus</i>	X	X	X
6	<i>Charadrius semipalmatus</i>		X	-
7	<i>Himantopus mexicanus</i>	X	X	-
8	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	X	X	X
9	<i>Calidris pusilla</i>	X		-
10	<i>Coragyps atratus</i>	X	X	X
11	<i>Cathartes aura</i>	X	X	X
12	<i>Egretta caerulea</i>	X	X	X
13	<i>Ardea alba</i>	X	X	X
14	<i>Egretta thula</i>	X	X	X
15	<i>Bubulcus ibis</i>	X	X	
16	<i>Butorides striata</i>	X	X	X
17	<i>Nycticorax nycticorax</i>	X	X	X
18	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	X	X	X
19	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	X	X	X
20	<i>Larus dominicanus</i>	X	X	X
21	<i>Leucophaeus modestus</i>	X	X	X
22	<i>Larus belcheri</i>	X	X	X
23	<i>Thalasseus maximus</i>	X		-
24	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	X	X	X
25	<i>Passer domesticus</i>	X	-	-
26	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	X	X	X
27	<i>Leistes bellicosus</i>	X	-	-
28	<i>Burhinus superciliaris</i>	X	X	-
29	<i>Phleocryptes melanops</i>	X	X	X
30	<i>Haematopus palliatus</i>	X	X	X
31	<i>Haematopus ater</i>	-	-	X
32	<i>Zenaida meloda</i>	-	-	X
33	<i>Columba livia</i>	X	-	X
34	<i>Tringa melanoleuca</i>	X	X	-
35	<i>Tringa flavipes</i>	-	X	-
36	<i>Spatula cyanoptera</i>	X	X	-
37	<i>Pelecanus thagus</i>	X	X	X
38	<i>Sula variegata</i>	X	-	-
39	<i>Calidris alba</i>	X	X	X

*Lista de especies de ornitofauna registradas según distribución geográfica (Continuación)*

---

40	<i>Actitis macularius</i>	X	X	X
41	<i>Gallinula chloropus</i>	X	X	X
42	<i>Rynchops niger</i>	X	-	X
43	<i>Arenaria interpres</i>	-	X	-
44	<i>Plegadis ridgwayi</i>	X	X	X
45	<i>Numenius phaeopus</i>	X	X	X

---

*Fuente:* Elaboración propia

Apéndice 8. Lista de especies de flora vascular registradas según distribución geográfica.

N°	ESPECIE	CARQUÍN	HUALMAY	HUACHO
1	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	X	X	X
2	<i>Lemna minuta</i>	-	X	-
3	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> L.	X	X	X
4	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.	X	X	X
5	<i>Enydra sessilifolia</i> (Ruiz & Pav.) Cabrera	X	X	-
6	<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	-	X	-
7	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	X	-	-
8	<i>Alternanthera halimifolia</i> Standl. e1 Pittier	-	-	X
9	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	-	X	-
10	<i>Rumex crispus</i> L.	-	X	-
11	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	X	X	-
12	<i>Mesembryanthemum cordifolium</i> L.f.	-	-	X
13	<i>Eichornia crassipes</i>	X	-	-
14	<i>Cucumis dipsaceus</i>	-	X	-
15	<i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth.	X	-	X
16	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	X	X	X
17	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.	X	X	X
18	<i>Plantago major</i> L.	X	X	X
19	<i>Lipia nodiflora</i>	X	X	X
20	<i>Ricinus communis</i> L.	X	X	X
21	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H. Raven	X	-	-
22	<i>Cyperus laevigatus</i> L.	X	X	X
23	<i>Schoenoplectus americanus</i> (Pers.) Volkart e1 Schinz & R.Keller	X	X	X
24	<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A.Mey.) Soják	X	X	-
25	<i>Torulidium odoratum</i> (L)	X	-	-
26	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	X	X	X
27	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	X	X	X
28	<i>Paspalidium geminatum</i> (Forssk.) Stapf	X	X	X
29	<i>Paspalum vaginatum</i>	X	X	X
30	<i>Sporobulus virgnicus</i>	X	X	X
31	<i>Arundo donax</i> L.	-	-	X
32	<i>Echinochloa crus-pavonis</i> (Kunth) Schult.	-	-	X
33	<i>Typha domingensis</i> Pers.	X	-	X
34	<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	-	X	-
35	<i>Solanum americanum</i> Mill.	-	-	X
36	<i>Solanum pimpinellifolium</i> L.	-	-	X
37	<i>Ipomoea</i> sp	X	-	X

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 9. Informe de laboratorio de las muestras de agua analizadas



**INFORME DE ENSAYO**  
N° AM20014

Emiso en Lima, el 02 de Julio del 2020 Pág. 1 de 4

Nombre del Solicitante : Aarón Hoyos Gonzales  
 Dirección de la Empresa :  
 Asunto : Análisis Físico-químicos / Microbiológicos.  
 Tipo de Muestra : Agua Superficial  
 Cantidad de Muestras : 06  
 Fecha de Recepción : 28-02-2020  
 Características de la muestra : Frascos de PVC x 1L c/v.  
 Fecha de realización del ensayo : Del 28-02-2020 Hasta 01-07-2020

**DESCRIPCION DE MUESTRAS**

CÓDIGO	DESCRIPCION	FECHA DE MONITOREO	HORA DE MONITOREO
Punto - 1	Puquial de Yatacassu	28/02/2020	11:48 Horas
Punto - 2	Laguna	28/02/2020	11:58 Horas
Punto - 3	Puquial 2	28/02/2020	12:23 Horas
Punto - 4	Espejo de Agua 2	28/02/2020	12:58 Horas
Punto - 5	Puquial Junto al Desagüe	28/02/2020	13:28 Horas
Punto - 6	Puquial Carquin	28/02/2020	13:48 Horas

*Note: La Fecha de muestreo y hora de Muestreo son datos proporcionados por el Área de Muestreo.*

**ARROR**  
**R**  
Engineering  
Company

Jr. España 531-042 La Perla - Callao - Perú Telf: (51-1) 420-5955- 420-5280- 457-6389- 457-5173  
 989 134 386 Gerencia de Operaciones - 989 134 397 Gerencia Comercial  
 E-mail: servicioscliente@minlab.pe / plimachi@minlab.pe  
 www.minlab.com.pe

MINLAB dispone de un sistema de gestión de calidad conforme con la norma ISO 9001:2015

Los ensayos se han realizado en el Laboratorio de Minlab SRL, sito en Jr. España N°531 La Perla - Callao y los resultados de los productos serán considerados por un periodo de tiempo determinado y/o acordado con el cliente, luego del cual se almacenará según nuestros procedimientos internos. Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras analizadas y no están sea utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como verificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento de Fichero es emitido en su totalidad, cualquier uso no autorizado de Minlab SRL.



**INFORME DE ENSAYO**  
N° AM20014

Emiso en Lima, el 02 de Julio del 2020 Pág. 2 de 4

**DESCRIPCION DE MUESTRAS**

CÓDIGO	DESCRIPCION	FECHA DE MONITOREO	HORA DE MONITOREO
Punto - 7	Espejo de Agua Carquin	28/02/2020	14:08 Horas
Punto - 8	Desagüadura del Agua de Espejo	28/02/2020	14:15 Horas

*Note: La Fecha de muestreo y hora de Muestreo son datos proporcionados por el Área de Muestreo.*

**MÉTODOS DE ENSAYO**

DETERMINACION	METODOLOGIA
Determinación de pH	SMWW 218-Edition 2005, Part 400 H-8, Electronic Method
Determinación de Temperatura	SMWW/APHA AWWA WEF 21 Edition 2005 Electronic Method
Determinación de Conductividad Eléctrica	APHA/AWWA/WEF 2510-B 21 <sup>st</sup> Edition, 2005, Conductivity, Laboratory method
Determinación de Oxígeno Disuelto	EPA 800.3, 1999, Oxygen Dissolved, Modified Winkler Fall Bottle Technique
Determinación de Sólidos Totales en Suspensión (TS6)	SMWW, APHA, AWWA, WEF 21ST Edition, 2005, Part. 2540 D, Sólidos totales en suspensión secados a 103-105 °C
Determinación de Conductores Termoelectrónicos	SMWW APHA/AWWA/WEF, 25th Edition 2012 part 9223 B, Pág. 9-85 (CARET)
Determinación de Nitrógeno Total	SMWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N-C, 23rd Ed. 2017 Nitrogen, Phenylate Method
Determinación de Fosforo Total	EPA Method 800.3, 1999 Phosphorus all forms (Colorimetric, Ascorbic Acid Two Reagent)

**ARROR**  
**R**  
Engineering  
Company

Jr. España 531-042 La Perla - Callao - Perú Telf: (51-1) 420-5955- 420-5280- 457-6389- 457-5173  
 989 134 386 Gerencia de Operaciones - 989 134 397 Gerencia Comercial  
 E-mail: servicioscliente@minlab.pe / plimachi@minlab.pe  
 www.minlab.com.pe

MINLAB dispone de un sistema de gestión de calidad conforme con la norma ISO 9001:2015

Los ensayos se han realizado en el Laboratorio de Minlab SRL, sito en Jr. España N°531 La Perla - Callao y los resultados de los productos serán considerados por un periodo de tiempo determinado y/o acordado con el cliente, luego del cual se almacenará según nuestros procedimientos internos. Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras analizadas y no están sea utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como verificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento de Fichero es emitido en su totalidad, cualquier uso no autorizado de Minlab SRL.

**RESULTADO DE ENSAYOS**

**DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS:**

DETERMINACION	UNIDADES	LIMITE DE CUANTIFICACION	RESULTADOS							
			Punto - 1	Punto - 2	Punto - 3	Punto - 4	Punto - 5	Punto - 6	Punto - 7	Punto - 8
Determinación de pH	Standard	*****	7.16	7.01	6.94	6.90	6.80	6.80	7.06	7.03
Determinación de Temperatura	°C	*****	26.1	27.8	26.1	26.3	26.5	26.4	25.4	26.7
Determinación de Conductividad Eléctrica	µS/cm	*****	1988	1979	1964	1971	1986	991	993	995
Determinación de Oxígeno Disuelto	mg/L	*****	5.7	5.5	5.2	4.6	5.0	4.9	5.0	5.0
Determinación de Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	mg/L	5.0	7.8	8.1	6.7	5.3	6.0	5.0	6.8	7.0
Determinación de Nitrógeno Total	mg/L	0.50	1.33	6.25	4.79	6.95	6.89	6.63	5.84	6.72
Determinación de Fósforo Total	mg/L	0.01	0.01	0.02	0.21	0.47	0.51	0.14	0.13	0.17

\* Los determinaciones de Nitrógeno Total y Fósforo Total fueron realizadas por un técnico laboratorista.



Av. España 031-042 La Perla - Callao - Perú Telf: (51-1) 420-5955 420-5280 457-6386 457-5173  
 589-134-386 Gerencia de Operaciones - 589-134-397 Gerencia Comercial  
 E-mail: [serviciocliente@minlab.pe](mailto:serviciocliente@minlab.pe) / [plimachi@minlab.pe](mailto:plimachi@minlab.pe)  
[www.minlab.com.pe](http://www.minlab.com.pe)

MINLAB dispone de un sistema de gestión de la calidad conforme a la Norma ISO 9001:2015

Los ensayos se han realizado en los laboratorios de MINLAB S.R.L. sito en Av. España N°021 La Perla - Callao y los correspondientes (s) del producto serán controlados por un periodo de tiempo acordado y/o acordado con el cliente. Luego del cual se informará según nuestros procedimientos internos. Los resultados de los ensayos pertenecerán sólo a las muestras analizadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto y como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 MINLAB S.R.L. Versión: 03 Fecha: febrero de 2019 en su totalidad, siempre en su totalidad, que pertenece a MINLAB S.R.L.

**DETERMINACION DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS:**

DETERMINACION	UNIDADES	LIMITE DE CUANTIFICACION	RESULTADOS							
			Punto - 1	Punto - 2	Punto - 3	Punto - 4	Punto - 5	Punto - 6	Punto - 7	Punto - 8
Determinación de Coliformes Totales	NMP/100mL	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

*Pablo*  
**Ing. Pablo Plimachi Gómez**  
 Gerente Comercial

*Marta*  
**Ing. María Resadeneyra Asanza**  
 Jefe de Laboratorio



Av. España 031-042 La Perla - Callao - Perú Telf: (51-1) 420-5955 420-5280 457-6386 457-5173  
 589-134-386 Gerencia de Operaciones - 589-134-397 Gerencia Comercial  
 E-mail: [serviciocliente@minlab.pe](mailto:serviciocliente@minlab.pe) / [plimachi@minlab.pe](mailto:plimachi@minlab.pe)  
[www.minlab.com.pe](http://www.minlab.com.pe)

MINLAB dispone de un sistema de gestión de la calidad conforme a la Norma ISO 9001:2015

Los ensayos se han realizado en los laboratorios de MINLAB S.R.L. sito en Av. España N°021 La Perla - Callao y los correspondientes (s) del producto serán controlados por un periodo de tiempo acordado y/o acordado con el cliente. Luego del cual se informará según nuestros procedimientos internos. Los resultados de los ensayos pertenecerán sólo a las muestras analizadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto y como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 MINLAB S.R.L. Versión: 03 Fecha: febrero de 2019 en su totalidad, siempre en su totalidad, que pertenece a MINLAB S.R.L.



Apéndice 10. Tensores ambientales encontrados en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín

**Actividades de lavado de ropa y vehículos por parte de la población**



*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia

### **Disposición inadecuada de residuos sólidos**



*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia

## Quemas de vegetación



*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia

### **Arrojo de residuos de construcción**



*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia

## Actividades ganaderas



*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia

### **Colapso ocasional de desagüe**





*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia



*Fuente:* Elaboración propia

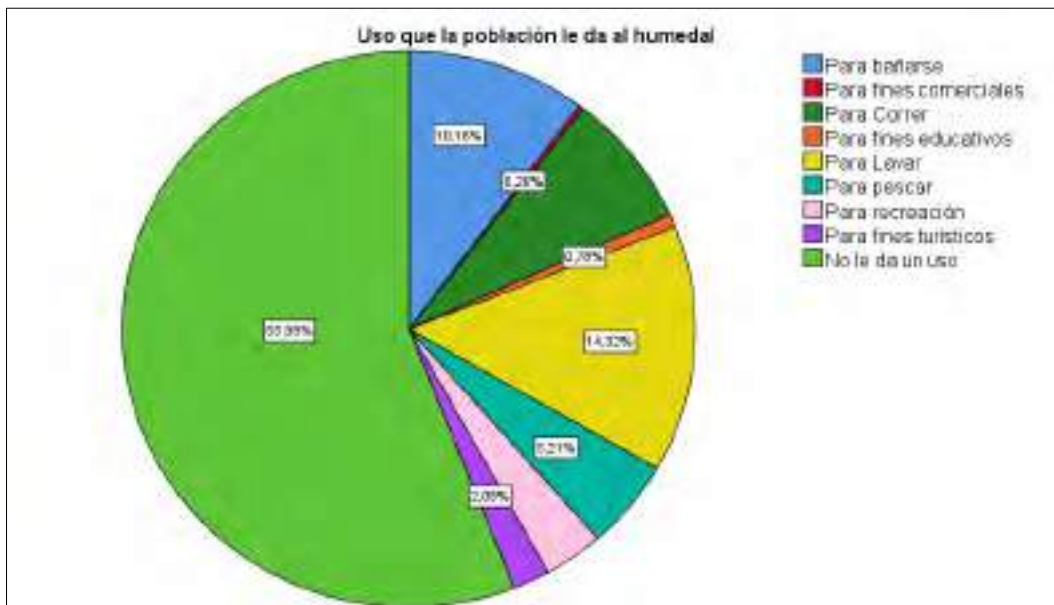
Apéndice 11. Percepción de la población en relación al humedal Huacho-Hualmay-Carquín,

**¿Cuál es el concepto que tiene usted, para humedal?**



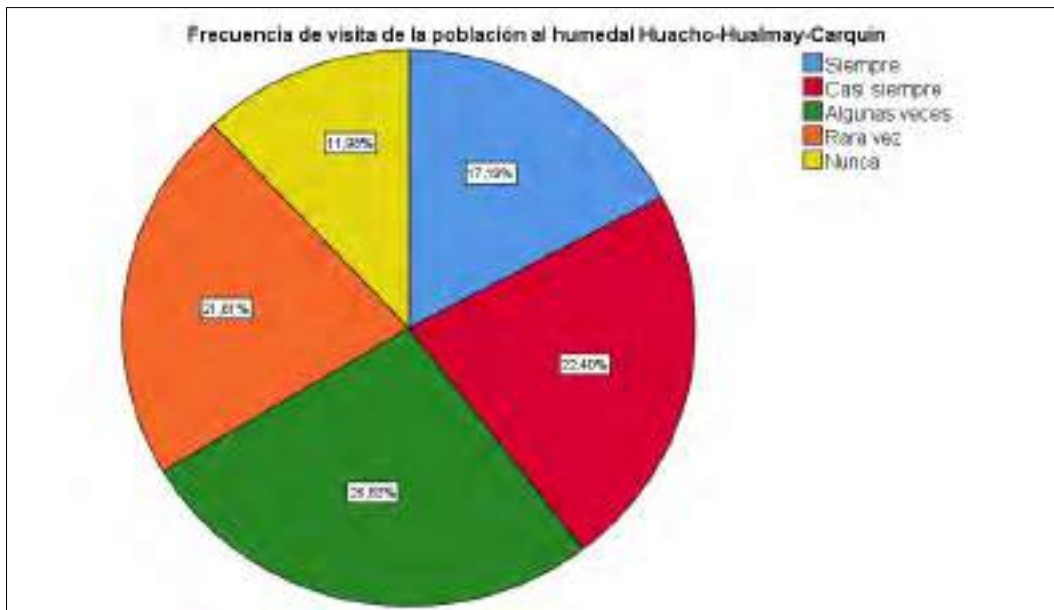
Fuente: Elaboración propia

**¿Le da algún uso al humedal Huacho-Hualmay-Carquín?**



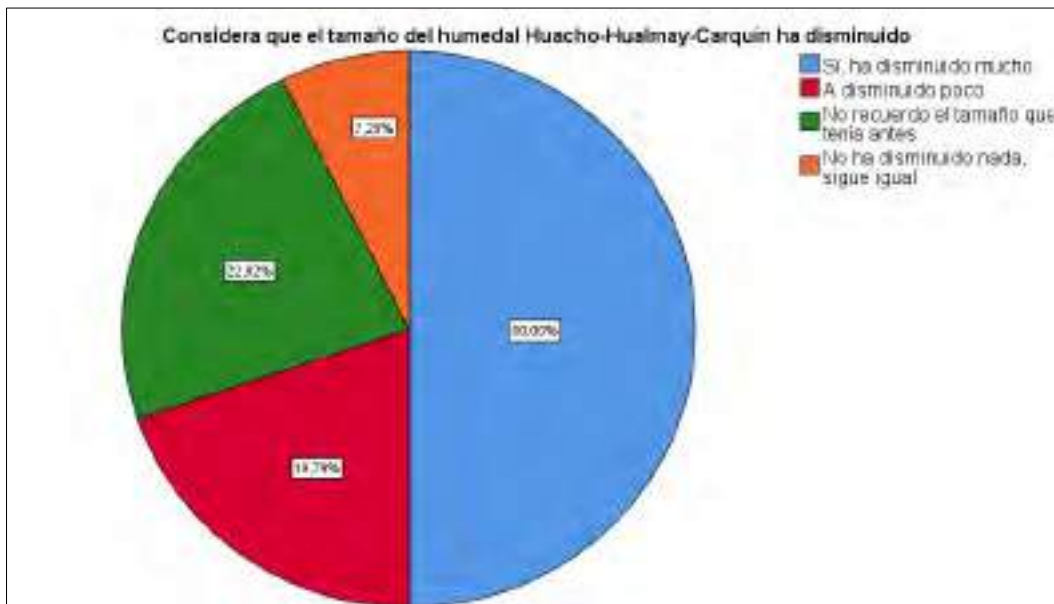
Fuente: Elaboración propia

**¿Con qué frecuencia visita el humedal Huacho-Hualmay-Carquín?**



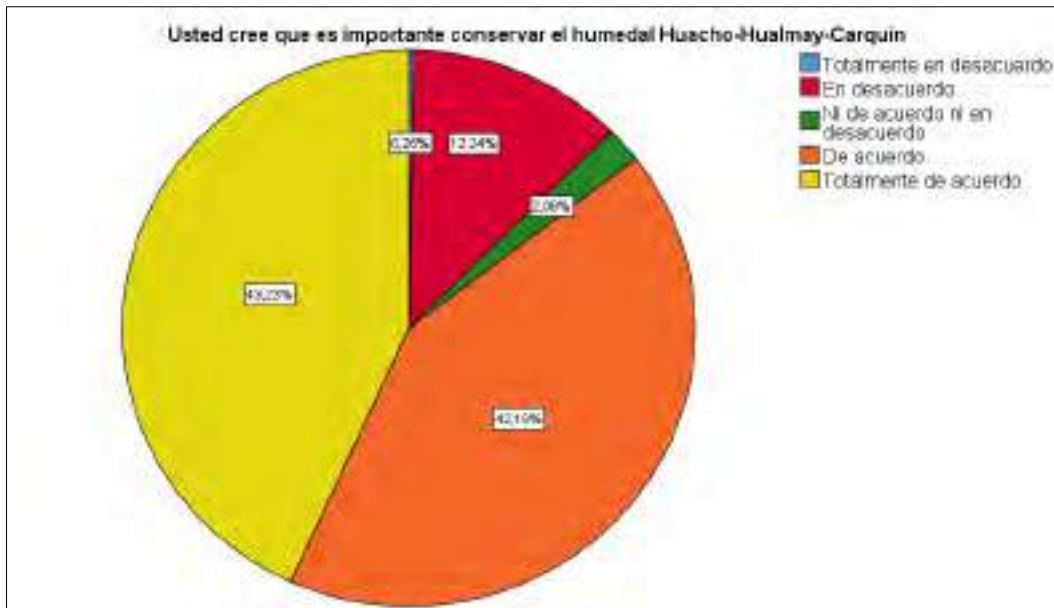
Fuente: Elaboración propia

**¿Considera que el tamaño del humedal Huacho-Hualmay-Carquín ha disminuido con el paso del tiempo?**



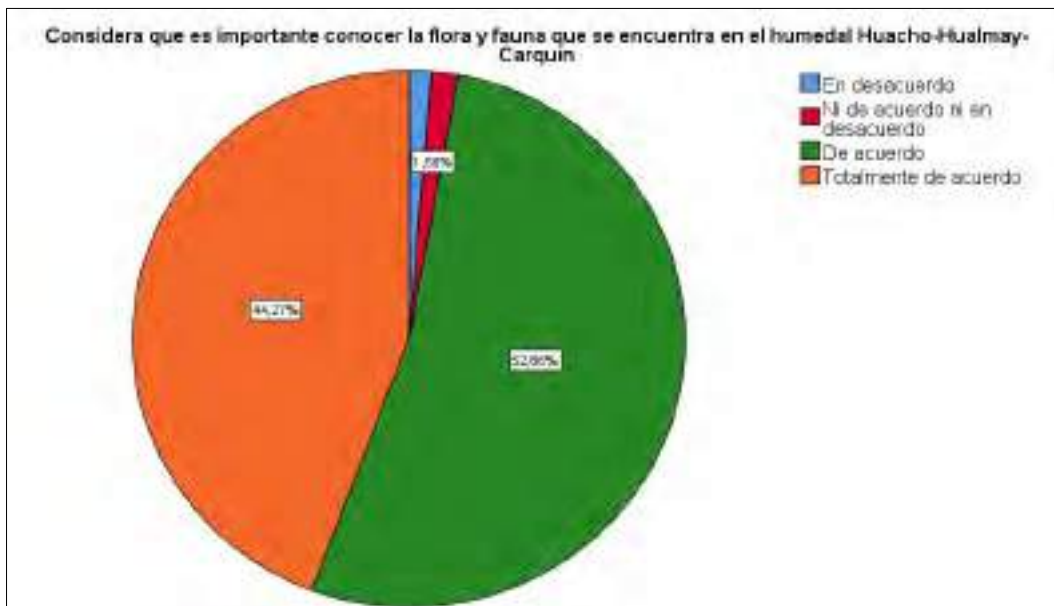
Fuente: Elaboración propia

**¿Usted cree que es importante conservar el humedal Huacho-Hualmay-Carquín?**



*Fuente:* Elaboración propia

**¿Considera que es importante conocer la flora y fauna que se encuentra en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín?**



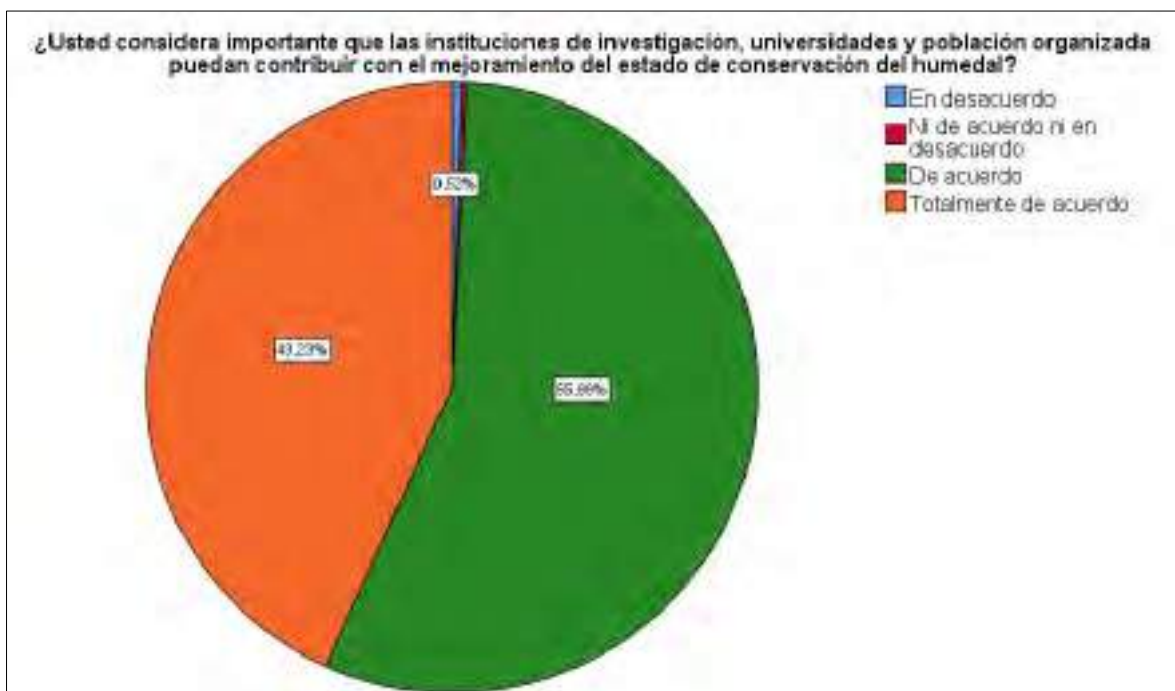
*Fuente:* Elaboración propia

**¿Usted estaría de acuerdo en participar gratuitamente en actividades y/o realizar acciones que busquen mejorar las condiciones del humedal Huacho-Hualmay-Carquín?**



*Fuente:* Elaboración propia

**¿Usted considera importante que las instituciones de investigación, universidades y población organizada pueden contribuir con el mejoramiento del estado de conservación del humedal?**



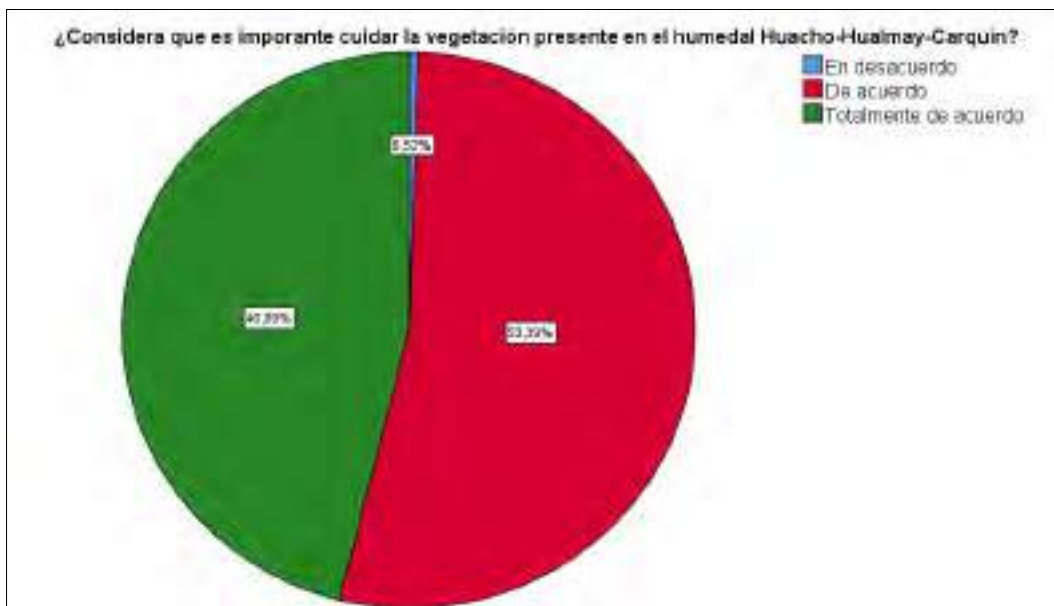
*Fuente:* Elaboración propia

**¿Considera que es importante cuidar los espejos de agua del humedal Huacho-Hualmay-Carquín?**



*Fuente:* Elaboración propia

**¿Considera que es importante cuidar la vegetación presente en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín?**



*Fuente:* Elaboración propia

**¿Considera que es importante cuidar la fauna presente en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín?**



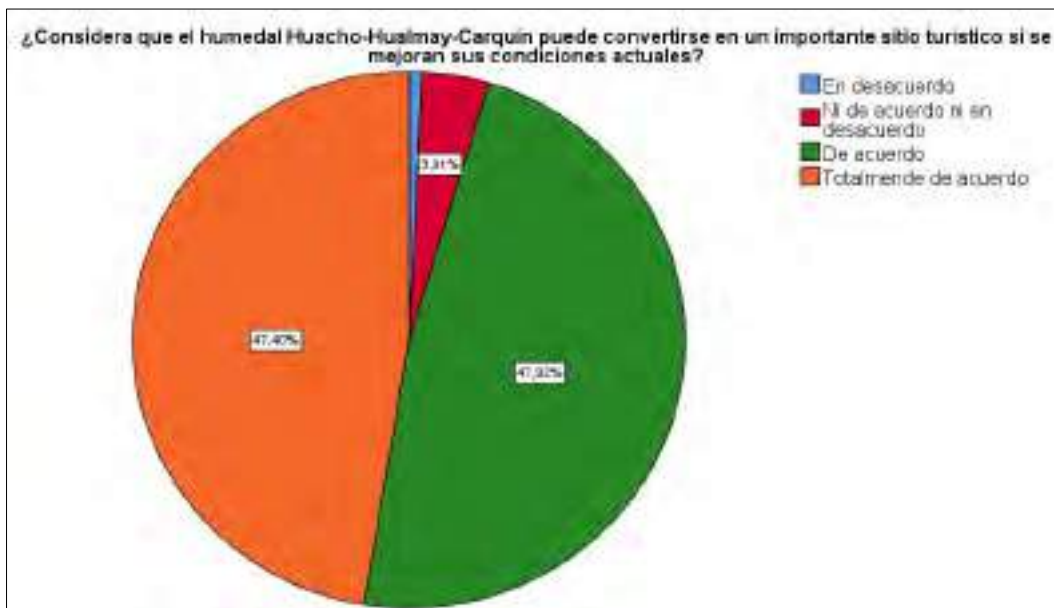
Fuente: Elaboración propia

**¿Estaría de acuerdo en participar en programas gratuitos que busquen capacitar sobre el cuidado y manejo del humedal?**



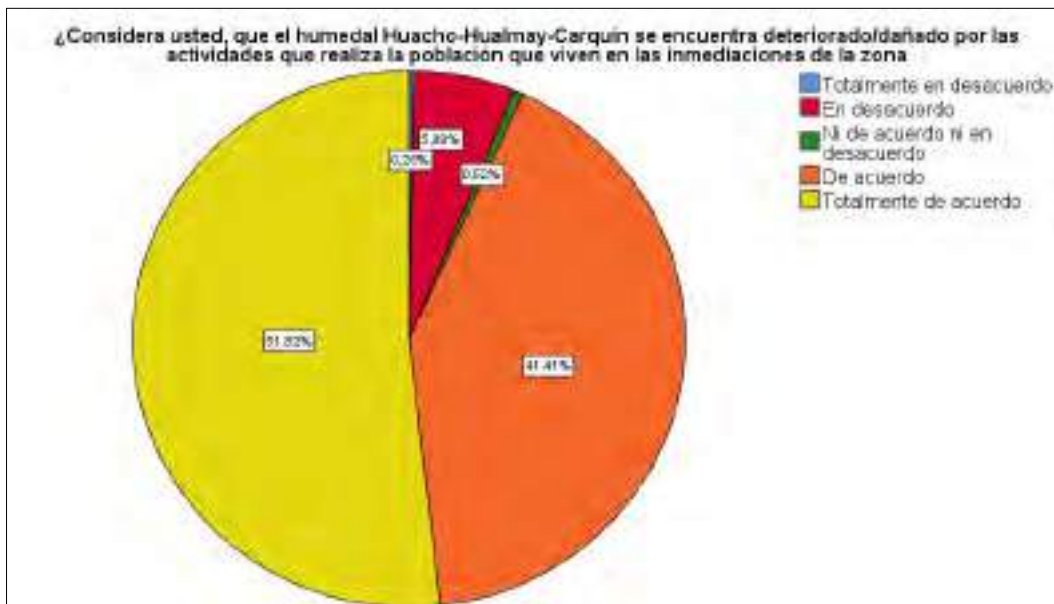
Fuente: Elaboración propia

**¿Considera que el humedal Huacho-Hualmay-Carquín puede convertirse en un importante sitio turístico si se mejoran sus condiciones actuales?**



Fuente: Elaboración propia

**¿Considera que el humedal Huacho-Hualmay-Carquín se encuentra deteriorado/dañado por las actividades que realiza la población que viven en las inmediaciones de la zona?**



Fuente: Elaboración propia



**¿Considera que el humedal debe estar protegido por el gobierno regional y las municipalidades de Huacho, Hualmay y Carquín?**



*Fuente:* Elaboración propia

Apéndice 12. Nuevos registros de especies de flora vascular en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín.

*Nasturtium officinale* R.Br.



Fuente: Elaboración propia

*Ipomea sp*



*Fuente:* Elaboración propia

*Arundo donax*



*Fuente:* Elaboración propia

*Echinochloa crus-galli* (L.) Gaertn.



Fuente: Elaboración propia

## **PROPUESTA DE GESTIÓN DEL HUMEDAL HUACHO-HUALMAY-CARQUÍN**

La siguiente propuesta de gestión fue diseñada considerando los resultados obtenidos y adaptándolos a los objetivos estratégicos presentados en la Estrategia Nacional de Humedales del Perú, los cuales se rigen bajo los siguientes principios:

- Principio de sostenibilidad
- Principio de prevención
- Principio precautorio
- Principio de internacionalización de costos
- Principio de subsidiaridad
- Principio de transectorialidad
- Principio de cooperación público-privada
- Enfoque ecosistémico
- Interculturalidad
- Equidad e inclusión

### **RESUMEN GENERAL**

**Tabla 1**

*Resumen general del humedal Huacho-Hualmay-Carquín*

<b>Ubicación</b>	El humedal Huacho-Hualmay-Carquín es un humedal que se encuentra distribuido a lo largo de la línea costera de los distritos que le dan el nombre, estos son los distritos de Huacho, Hualmay y Carquín
<b>Extensión</b>	14,59 ha distribuidas a lo largo de 3,5 Km de longitud
<b>Flora</b>	45 especies registradas
<b>Fauna</b>	53 especies de aves reportadas, 42 géneros de macroinvertebrados bentónicos.

*Resumen general del humedal Huacho-Hualmay-Carquín (Continuación)*

<b>Problemáticas comunes</b>	El arrojado de residuos sólidos, el arrojado de residuos de construcción, la quema de cobertura vegetal, el uso de los chorrillos para el lavado de ropa con detergentes convencionales, y la presencia de ganado
<b>Componentes paisajísticos</b>	Zona de litoral costero Zona de cobertura y espejo de agua Zona de intervención antrópica

*Fuente:* Elaboración propia





## **OBJETIVO GENERAL**

- Preservar las condiciones naturales presentes en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín para garantizar la conservación de la biodiversidad que alberga y los servicios ecosistémicos que provee a las poblaciones locales, así como también revalorar la relevancia histórica que albergan las cosas de los distritos.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mejorar las condiciones de las zonas que son usadas como lugar de descanso para las aves migratorias.
- Mantener una data de las poblaciones de aves migratorias y residentes que se encuentran en el humedal.
- Recuperar la cobertura vegetal degradada por la intervención antrópica.
- Mejorar las condiciones de la cobertura vegetal impactada por los residuos sólidos.
- Recuperar los flujos naturales de agua.
- Mantener una adecuada calidad de los cuerpos de agua de acuerdo a los ECA vigentes.
- Fomentar y consolidar la participación de la población local y las instituciones público-privadas, en la preservación del humedal Huacho-Hualmay-Carquín, resaltando la importancia que tienen estos ecosistemas en el desarrollo del hombre y la relevancia histórica que albergan sus playas durante el proceso de la independencia del Perú.

## **ESTRATEGIAS SEGÚN OBJETIVOS ADAPTADOS A LOS LINEAMIENTOS DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE HUMEDALES DEL PERÚ**

Las siguientes estrategias se desarrollarán mediante proyectos destinados al cumplimiento de los objetivos.

## **I. RECUPERACIÓN Y MONITOREO**

La presente estrategia se encuentra enmarcada en el eje estratégico número uno de la Estrategia Nacional de Humedales del Perú y busca garantizar que el ecosistema recupere sus zonas degradadas por la intervención antrópica (correspondientes a la cobertura vegetal y a las fuentes de agua), así como también garantizar la identificación y aprovechamiento sostenible de los recursos que posee el humedal para beneficio de la población.

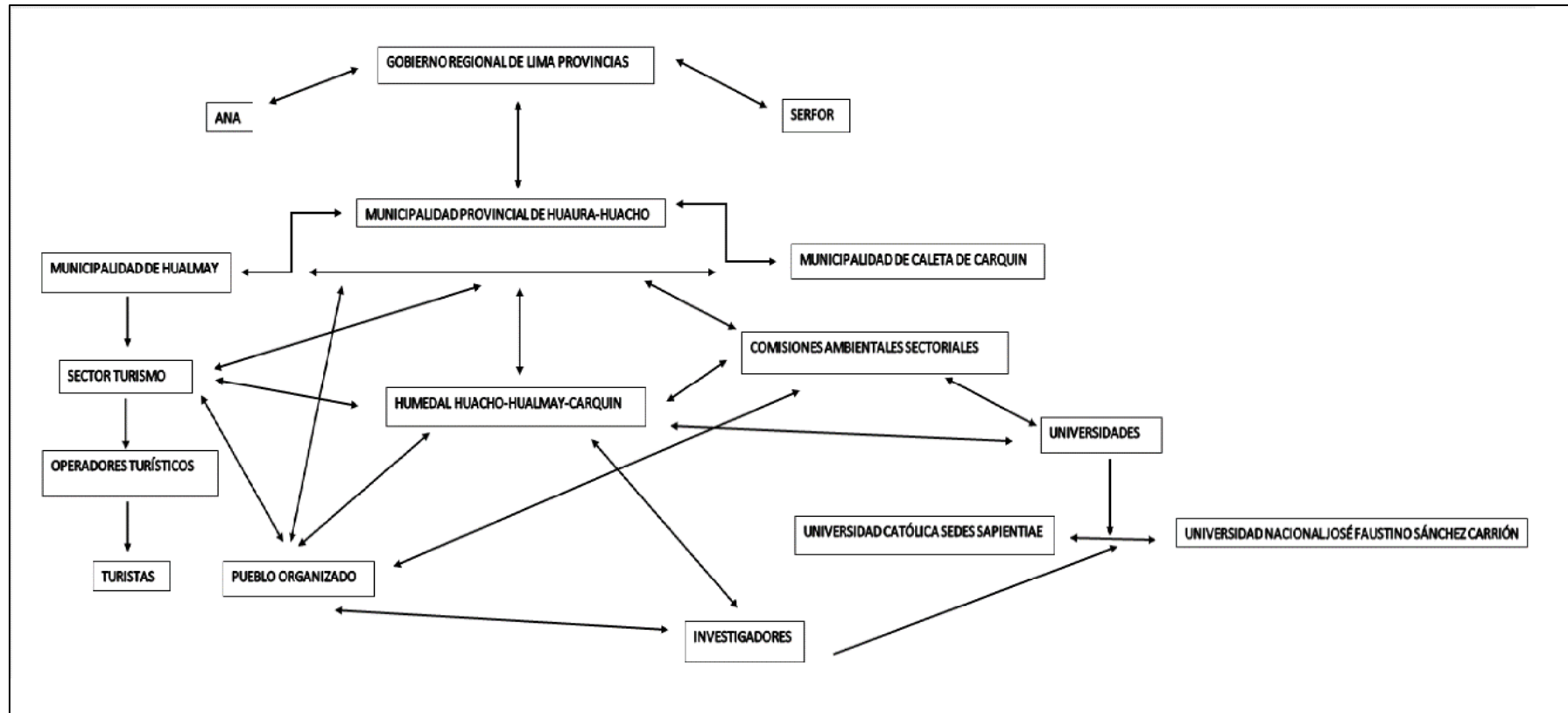
## **II. FORTALECIMIENTO DEL MARCO NORMATIVO**

La presente estrategia se encuentra enmarcada en el eje estratégico número dos de la Estrategia Nacional de Humedales del Perú y busca la creación de un marco normativo distrital que garantice la protección del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.

## **III. FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN PARTICIPATIVA**

La presente estrategia se encuentra enmarcada en el eje estratégico número tres de la Estrategia Nacional de Humedales del Perú y busca generar espacios de participación social entre la comunidad y las instituciones público-privadas a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos de gestión del humedal Huacho-Hualmay-Carquín.

## Identificación de actores relacionados a la gestión del humedal Huacho-Hualmay Carquín



Fuente: Elaboración propia

## **PROYECTOS RELACIONADOS AL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS**

Los siguientes proyectos están relacionados al cumplimiento de los objetivos estratégicos basados en la Estrategia Nacional de Humedales.

### **Proyecto I**

#### **“Recuperación de áreas degradadas”**

Lo que se busca con este proyecto es recuperar las zonas que durante muchos años han sido impactadas por el constante arrojado de residuos de construcción. El cumplimiento de este proyecto permitiría que la vegetación pueda recuperar su espacio natural logrando así que aumente la extensión de cobertura vegetal.

Los indicadores de medición que se utilizarían para evaluar el avance del proyecto, son la cantidad de toneladas de desmonte que son retiradas del lugar, así como la cantidad de área que queda libre de ellos. El desarrollo de este proyecto recaería en manos de los gobiernos locales y la sociedad civil organizada.

### **Proyecto II**

#### **“Reconocimiento como ecosistema frágil”**

Los humedales costeros según la Ley General del Ambiente son reconocidos como ecosistemas frágiles, sin embargo, es competencia de SERFOR la incorporación de estos ecosistemas a la lista de ecosistemas frágiles. La incorporación del humedal Huacho-

Hualmay-Carquín a la lista de ecosistemas frágiles garantizaría un respaldo legal por parte del estado, muy aparte del que se pueda lograr por voluntad política de los gobiernos locales.

Los indicadores que se utilizarían para evaluar el progreso del avance del proyecto, son la cantidad de reuniones de coordinación realizadas, la cantidad de actas firmadas y la ficha técnica de levantamiento de campo realizada por SERFOR.

### **Proyecto III**

#### **“Formación de un comité de vigilancia y gestión del humedal Huacho-Hualmay-Carquín”**

Para lograr que un ecosistema se preserve en el tiempo es necesario el trabajo articulado con la población, es por ello que la formación de un comité de vigilancia y gestión que trabaje en conjunto con los gobiernos locales y la academia garantizará que los objetivos de conservación que se establezcan para conservar un determinado lugar se cumplan.

Los indicadores que se utilizarían para evaluar el proceso de formación del comité de vigilancia estarían basados en la cantidad de reuniones y firmas de actas realizadas.

### **Proyecto III**

#### **“Estudiando al humedal Huacho-Hualmay-Carquín”**

La investigación científica es prioritaria si lo que se busca es mejorar la gestión de un ecosistema, esto se debe a que mientras mayor sea la información que se tenga sobre una determinada área protegida o conservada, la priorización de actividades sería variable en

función a las condiciones que se lleguen a encontrar en el lugar. En el caso de los humedales costeros, al ser estos ecosistemas tan cercanos a las ciudades, el fomentar la investigación garantizaría la generación de información para así poder resaltar la importancia de estos espacios naturales y así resaltar la importancia de conservarlos.

Los indicadores que usarían estarían basados en la cantidad de proyectos de investigación generados y la cantidad de artículos publicados.

## PROYECTOS RELACIONADOS AL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

O.E.	Proyecto	Justificación	O.G.	O. ES	Actividades	Indicadores	Responsables	Metas
I	“Recuperación de áreas degradadas”	El humedal Huacho-Hualmay-Carquín durante años ha sido afectado por el arrojado constante de residuos de construcción, lo que ha ocasionado que su cobertura vegetal se reduzca progresivamente y los chorrillos que alimentan los espejos de agua se obstruyan generando así la pérdida estética del paisaje y la reducción de servicios ecosistémicos como el de captura de carbono que realiza la vegetación.	Mejorar las condiciones del humedal, en el componente referido a la cobertura vegetal por medio de una limpieza y retiro de los residuos de construcción que se han ido acumulando producto de los procesos de urbanización.	Recuperar la cobertura vegetal de los espacios que han sido impactados.	- Retiro de los residuos de construcción - Limpieza de residuos sólidos	N° de toneladas de residuos de construcción N° de toneladas de residuos sólidos % de área recuperada.	Municipalidades distritales y provincial.  Sociedad civil organizada.	Recuperar la totalidad de áreas degradadas por residuos sólidos y de construcción.
II	“Reconocimiento como ecosistema frágil”	Los humedales costeros son reconocidos como ecosistemas frágiles según el artículo 99 de la ley N° 28611 Ley General del Ambiente, pero según el artículo 107 de la ley N° 29763 es el SERFOR en coordinación con las autoridades forestales regionales las que aprueban la lista de ecosistemas frágiles, considerando sus características biológicas y sus singularidades.	Declarar al humedal Huacho-Hualmay-Carquín como ecosistema frágil.	Generar la línea base que sustente la declaración del ecosistema como tal.	- Coordinar con los responsables del área ambiental de cada distrito y comisiones ambientales para que en conjunto con las autoridades regionales sectoriales del gobierno regional y SERFOR se inicie el proceso de reconocimiento del ecosistema.	N° de reuniones de coordinación N° de actas firmadas Ficha técnica de levantamiento de campo.	Municipalidades distritales Autoridad Regional Forestal GORE	Declaración del humedal Huacho-Hualmay-Carquín como ecosistema frágil.
III	“Formación de un comité de vigilancia y gestión del humedal Huacho-Hualmay-Carquín”	La conservación de los ecosistemas es deber de cada gobierno local, sin embargo, no todos los ecosistemas tienen las características para tener la categoría de área natural protegida. A pesar de ello, las iniciativas de conservación de los ecosistemas no necesariamente deben tener esa categoría para ser conservados, pueden ser conservados por iniciativa y trabajo comunal articulado.	Formar el comité de vigilancia y gestión del humedal Huacho-Hualmay-Carquín	Fomentar la articulación entre gobiernos locales, instituciones público-privadas y sociedad civil organizada.	-Convocar a la población interesada. - Convocar a las instituciones público-privadas	N° de reuniones N° de integrantes N° de actas	Comisiones ambientales distritales y provincial	Conformación de un comité de vigilancia y gestión multidisciplinario del humedal Huacho-Hualmay-Carquín
IV	“Estudiando al humedal Huacho-Hualmay-Carquín”	El poder establecer prioridades de conservación requiere el conocimiento de los componentes del lugar a conservar, es por ello que la investigación científica es prioridad en todo espacio conservado si lo que se busca es mejorar su gestión,	Generar investigación en el humedal Huacho-Hualmay-Carquín	Establecer prioridades de investigación	Recopilar información sobre	# de investigaciones realizadas. # de artículos publicados.	Comité de vigilancia ambiental del humedal Huacho-Hualmay-Carquín Gobiernos locales Academia	Conocer a la biodiversidad que alberga el humedal Huacho-Hualmay-Carquín.

Fuente: Elaboración propia