

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**CARACTERIZACIÓN DE LAS FORMACIONES DE *Scirpus americanus* “JUNCO”
Y SU RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN DE LOS ESPEJOS LAGUNARES DEL
SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA, AREQUIPA -2017**

Tesis presentada por la Bachiller:

Carpio Miranda, Kady Fiorella

para optar por el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Asesor:

Dr. Arenazas Rodríguez, Armando J.

Arequipa – Perú

2019



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
INFORME DICTAMEN BORRADOR DE TESIS

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

Caracterización de las formaciones de Scirpus americano "Junco" y su relación
con la reducción de los espejos lagunares del Santuario Abisomal Lagunas de Mejía, Arequipa 2017

Presentado por el (los) Bachiller (es):

Kody Fionella Carpio Miranda

Nuestro DICTAMEN es:


Favorable.

OBSERVACIONES:

Arequipa 29/11/19.


DICTAMINADOR
Andrea Charcos Párraguez
Cod. 3196.


DICTAMINADOR
Arq. Gustavo Delgado G.
Cod. 2100.


DICTAMINADOR
Ego. Alvarado Alvarado P.
Cod. 2829.

PRESENTACIÓN

Señor Decano de la Facultad de Arquitectura, Ingenierías Civil y del Ambiente.

Señora Directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

Señores Miembros del Jurado Dictaminador de la Tesis.

De conformidad con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, pongo a vuestra consideración el presente trabajo de investigación titulado:

**“CARACTERIZACIÓN DE LAS FORMACIONES DE *Scirpus americanus*
“JUNCO” Y SU RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN DE LOS ESPEJOS
LAGUNARES DEL SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA, AREQUIPA
-2017”**

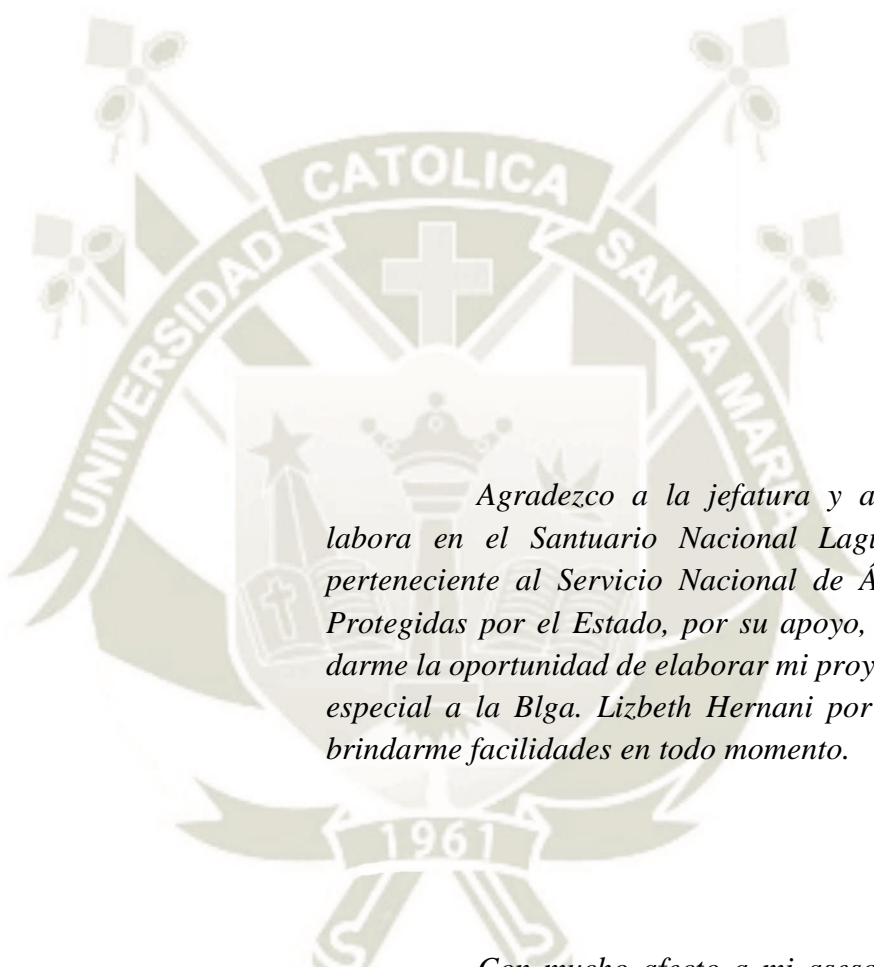
El trabajo de investigación fue realizado aplicando los conocimientos adquiridos durante mi formación universitaria, el mismo que al ser aprobado nos permitirá optar por el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

DEDICATORIA

*A mi madre Maritza por su comprensión y apoyo perenne; quien fue, es y será mi pilar y
motivo de seguir con mis sueños y metas.*



AGRADECIMIENTO



Agradezco a la jefatura y al personal que labora en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía perteneciente al Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, por su apoyo, colaboración y darme la oportunidad de elaborar mi proyecto de tesis, en especial a la Blga. Lizbeth Hernani por la confianza y brindarme facilidades en todo momento.

Con mucho afecto a mi asesor Dr. Armando Jacinto Arenazas Rodríguez, por sus consejos, comentarios y apoyo constante durante el desarrollo de la tesis, por creer en la propuesta y haberme brindado su confianza.

INTRODUCCIÓN

La conservación de los espejos lagunares salobres, la abundante población de avifauna y flora de diversas especies, entre las que destaca el junco, reflejan los trascendentes servicios ecosistémicos que esta área protegida brinda a nuestra sociedad.

Desde 1992, los humedales del SNLM son parte de la lista de 13 sitios del Convenio Internacional RAMSAR, localizados a lo largo del litoral del territorio nacional. Sus servicios ecosistémicos son vitales para las poblaciones de aves acuáticas, residentes y sobre todo migratorias porque es el ambiente propicio para el descanso de diversas especies en las rutas migratorias desde el neártico.

En el marco de las políticas nacionales de gestión ambiental, los humedales del SNLM son sujeto de las políticas públicas del Sistema Nacional de Áreas Naturales, reconociendo la fragilidad y trascendencia de este complejo ecológico.

Desde el plano de la gestión regional, los humedales del SNLM son considerados en la Estrategia Regional para la Conservación y utilización sostenible de la Diversidad Biológica y política regional medio ambiental.

Expresión de la debilidad latente en la gestión de los humedales del SNLM es la escasez de investigaciones específicas y la falta de procesamiento de la información primaria existente. Los estudios de evaluación y diagnóstico de los humedales disponibles señalan la reducción de los espejos de agua, el ensanchamiento de flora invasiva, el inadecuado manejo del recurso hídrico, la disminución de la población avifauna, la reducción de las capacidades para la resiliencia al cambio climático, la absorción de carbono y la regulación de la temperatura ambiental.

Por ello, resulta oportuno el estudio de la relación entre las dimensiones de los espejos de agua de los humedales; y la cobertura, densidad y distribución de la formación *Scirpus americanus* “**JUNCO**”.

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo caracterizar las formaciones de *Scirpus americanus* “junco” y analizar la relación de este con la reducción de los espejos lagunares del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, para ello se realizó un muestreo en campo, y recopilación de datos durante los meses de agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2017 que permitieron evaluar la distribución, densidad, biomasa, y la relación de los parámetros del agua y topografía del lugar con el crecimiento del junco.

La metodología utilizada en el estudio es de tipo no experimental con una sola medición, además de descriptiva y correlacional, aplicándose la T de Student, el coeficiente de correlación de Pearson y gráficos que permitieron ver la evolución en el tiempo de los indicadores seleccionados para las variables de crecimiento de la población *Scirpus americanus* y área de los espejos lagunares del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.

En cuanto de los resultados se encontró que la Laguna Iberia presenta una pérdida sostenida de su área de espejo lagunar desde el año 1984 hasta la actualidad, realizándose además una proyección al año 2020, otro punto importante es la correlación positiva y de fuerte intensidad encontrada entre el crecimiento del junco con factores en el agua como la salinidad y la concentración de potasio, además de que este crecimiento también presenta diferencias según el área de la laguna (húmeda o seca) en donde crezca, y el tipo de corte realizado a la planta (aéreo o subterráneo).

Los resultados obtenidos de la biomasa dieron que la mayor área con 38 941,74 m² tiene la clasificación de muy baja. El promedio el avance mensual del junco hacia la laguna para las cuatro parcelas instaladas fue de 16,6 cm, además el crecimiento longitudinal del junco fue mayor en la zona húmeda tanto el corte aéreo y subterráneo fueron de 107.63cm y 91.77cm respectivamente, mientras que en la zona seca también con corte aéreo y subterráneo fue de 89.54cm y 63.54cm respectivamente.

Palabras clave:

Humedal, *Scirpus americanus*, crecimiento vegetal, biomasa, densidad.

ABSTRACT

The purpose of this research is to characterize the *Scirpus americanus* “junco” formations and analyze its relationship with the reduction of the lagoon mirrors of the Lagunas de Mejía National Sanctuary, for this purpose a field sampling was carried out, and data collection during the months of August, September, October, November and December of 2017 that allowed to evaluate the distribution, density, biomass, and the relationship of the parameters of the water and topography of the place with the growth of the reed.

The methodology used in the study is of a non-experimental type with a single measurement, as well as descriptive and correlational, applying Student's T, Pearson's correlation coefficient and graphs that allowed to see the evolution over time of the indicators selected for the population growth variables *Scirpus americanus* and lagoon mirror area of the Lagunas de Mejía National Sanctuary.

As for the results, it was found that the Iberia Lagoon presents a sustained loss of its lagoon mirror area from 1984 to the present, also making a projection to the year 2020, another important point is the positive and strong intensity correlation found between the growth of the reed with factors in the water such as salinity and potassium concentration, in addition to this growth also presents differences according to the area of the lagoon (wet or dry) where it grows, and the type of cut made to the plant (aerial or underground).

The results obtained from the biomass gave that the largest area with 38 941.74 m² has a very low classification. The average monthly advance of the reed towards the lagoon for the four installed plots was 16.6 cm, in addition the longitudinal growth of the reed was greater in the humid zone, both the aerial and underground cuts were 107.63cm and 91.77cm respectively, while that in the dry zone also with aerial and underground cutting it was 89.54cm and 63.54cm respectively.

Key words:

Wetland, *Scirpus americanus*, plant growth, biomass, density.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INTRODUCCION

RESUMEN

ABSTRACT

CAPITULO I	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3. HIPÓTESIS	4
1.4. JUSTIFICACIÓN:.....	4
1.5. OBJETIVOS:.....	5
1.6. EXPOSICIÓN DE LAS VARIABLES:.....	6
a. Variable Independiente	6
b. Variable dependiente	6
c. Operalización de las variables.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	10
2.3. JUNCO	19
2.4. CRECIMIENTO DE LA VEGETACIÓN.....	21
2.5. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	23
2.6. MARCO LEGAL	36
CAPÍTULO III	43
3. MARCO METODOLÓGICO	43
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43

3.2.	CAMPO DE VERIFICACIÓN	43
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	43
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS.....	44
3.5.	MATERIALES Y EQUIPOS	61
CAPÍTULO IV.....		62
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	62
4.1.	DETERMINACIÓN ÁREA DEL ESPEJO LAGUNAR IBERIA Y PÉRDIDA ESPACIO TEMPORAL DE ÁREA SUPERFICIAL.....	62
4.2.	ESTIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL, DENSIDAD Y BIOMASA DE LA COBERTURA DE <i>Scirpus americanus</i> “JUNCO”.....	73
4.3.	ESTABLECIMIENTO DEL CRECIMIENTO DE JUNCO EN LA LAGUNA IBERIA	80
4.4.	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL CRECIMIENTO HORIZONTAL <i>Scirpus americanus</i> “junco” SOBRE LA SUPERFICIE DEL ESPEJO LAGUNAR IBERIA	90
CAPÍTULO V		96
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
5.1.	CONCLUSIONES.....	96
5.2.	RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		100
ANEXOS		111

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1	<i>OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</i>	6
TABLA N° 2	<i>IMPORTANCIA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SERVICIOS QUE APORTAN LOS PRINCIPALES ECOSISTEMAS MARINOS COSTEROS DEL PERÚ</i>	12
TABLA N° 3	<i>IDENTIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE AMENAZAS EN LOS PRINCIPALES ECOSISTEMAS MARINOS COSTEROS DEL PERÚ</i>	15
TABLA N° 4	<i>REDUCCIÓN DE LA LAGUNA IBERIA. 1984 - 2015</i>	62
TABLA N° 5	<i>IMÁGENES DEL SATÉLITE LANDSAT 8 SIN NUBOSIDAD EN EL ÁREA DEL SNLM</i>	64
TABLA N° 6	<i>FALSO COLOR RGB PARA LA CLASIFICACIÓN DE MATERIALES EN NDWI.</i>	65
TABLA N° 7	<i>EVOLUCIÓN ANUAL DEL ÁREA LAGUNAR, 2013 – 2017</i>	67
TABLA N° 8	<i>PROYECCIÓN ANUAL DEL ÁREA LAGUNAR, 2013 - 2017</i>	68
TABLA N° 9	<i>VALORES DE COTA MENSUAL DEL AÑO 2017</i>	69
TABLA N° 10	<i>EVOLUCIÓN MENSUAL DEL VOLUMEN DE AGUA LAGUNAR, AÑO 2017.</i>	70
TABLA N° 11	<i>CANTIDAD DE BIOMASA PARCELAS PERTENECIENTES A LA ZONA JUNCAL DE LA LAGUNA IBERIA.</i>	74
TABLA N° 12	<i>CANTIDAD DE RAMETS DE JUNCO EN LAS PARCELAS PERTENECIENTES A LA ZONA JUNCAL DE LA LAGUNA IBERIA.</i>	75
TABLA N° 13	<i>CLASIFICACIÓN DE LA BIOMASA JUNCAL Y SU ÁREA SUPERFICIAL</i>	78
TABLA N° 14	<i>CLASIFICACIÓN DE LA DENSIDAD JUNCAL Y SU ÁREA SUPERFICIAL</i>	79
TABLA N° 15	<i>EXPANSIÓN MENSUAL DEL JUNCO HACIA LA PARTE EXTERNA - TODAS LAS PARCELAS (CM)</i>	81
TABLA N° 16	<i>CRECIMIENTO MENSUAL DE LAS PARCELAS</i>	83
TABLA N° 17	<i>INCREMENTO DE RAMETS (TODAS LAS ZONAS - CM)</i>	84
TABLA N° 18	<i>DENSIDAD JUNCAL EN LOS BORDES DE LA LAGUNA IBERIA.</i>	85

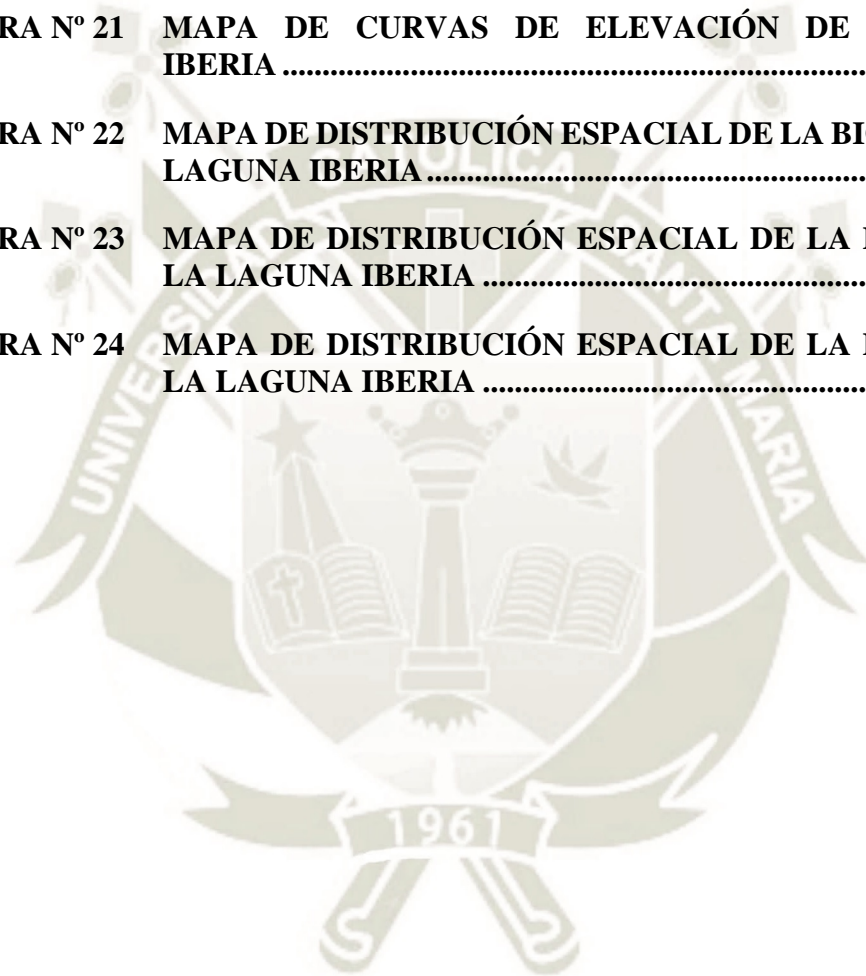
TABLA N° 19	<i>COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO PROMEDIO DEL JUNCO EN AMBAS ZONAS (CM)</i>	87
TABLA N° 20	<i>PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA</i>	90
TABLA N° 21	<i>CORRELACIONES SIGNIFICATIVAS – PARÁMETROS DEL AGUA Y CRECIMIENTO DE RAMETS</i>	92
TABLA N° 22	<i>PROYECCIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL ÁREA LAGUNAR POR INFLUENCIA DEL JUNCO</i>	95



INDICE DE FIGURAS

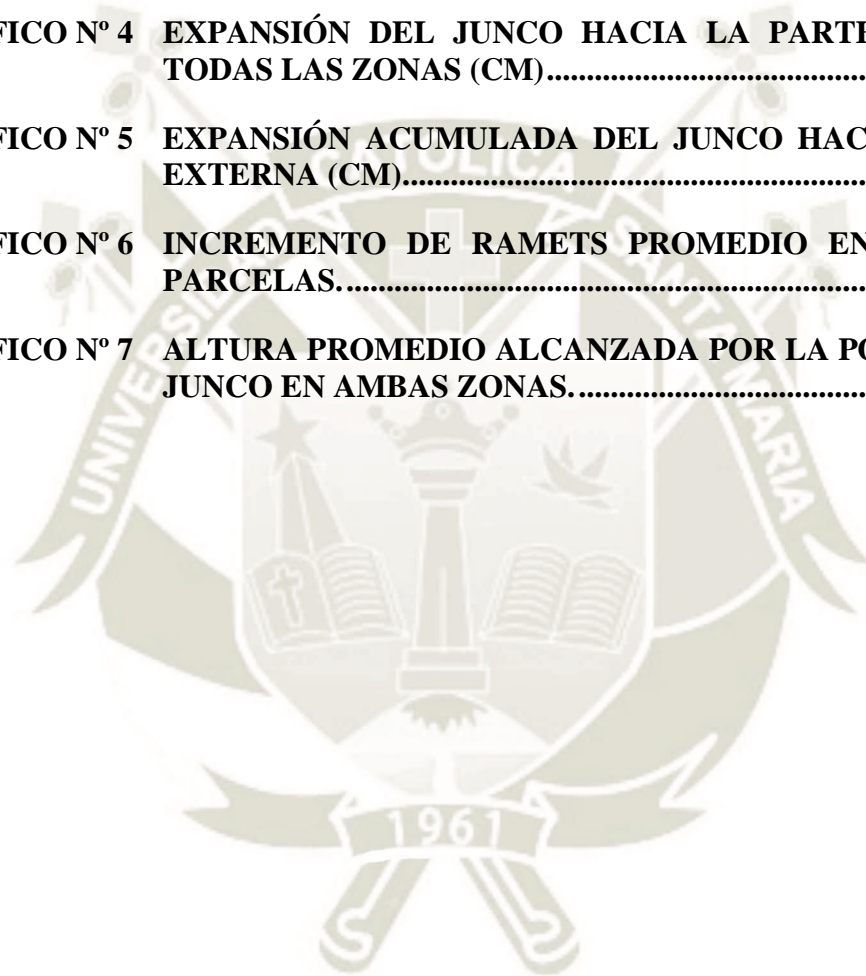
FIGURA N° 1	<i>SCIRPUS AMERICANUS</i> EN EL SNLM.....	19
FIGURA N° 2	CAPAS DE INFORMACIÓN EN UN SIG	24
FIGURA N° 3	EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO. FUENTE: USGS, 2015	29
FIGURA N° 4	CUADRO DE PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DEL MAPA DE COMPARACIÓN LAGUNAR.....	45
FIGURA N° 5	CUADRO DE PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DEL MAPA DE CÁLCULO DE ÁREA LAGUNAR EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.	46
FIGURA N° 6	OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE AGUA DE DIFERENCIA NORMALIZADO (NDWI) EN EL 2017	48
FIGURA N° 7	HERRAMIENTA POLYGON VOLUME	49
FIGURA N° 8	CUADRO DE PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DEL MAPA DE CÁLCULO DE VOLUMEN DE LA LAGUNA..	49
FIGURA N° 9	CUADRANTE CON PARCELA COSECHADA.....	51
FIGURA N° 10	MAPA DE UBICACIÓN DE PARCELAS PARA CÁLCULO DE DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN JUNCAL	52
FIGURA N° 11	MATERIAL EXTRAÍDO DE LAS PARCELAS PARA EL CÁLCULO DE CONTROL BIOMASA COLOCADO EN UNA ESTUFA.....	53
FIGURA N° 12	CUADRO DE PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DEL MAPA DE CÁLCULO DEL ÁREA DE BIOMASA Y DENSIDAD DE LA POBLACIÓN JUNCAL.....	54
FIGURA N° 13	MÉTODO DE CLASIFICACIÓN CUANTIL.....	55
FIGURA N° 14	MAPA DE UBICACIÓN DE PARCELAS PARA CÁLCULO DEL AVANCE DEL JUNCAL HACIA LA LAGUNA IBERIA	56
FIGURA N° 15	INSTALACIÓN DE LOS CUADRANTES EN LOS BORDES DE LA LAGUNA IBERIA	56
FIGURA N° 16	MAPA DE UBICACIÓN DE PARCELAS PARA CÁLCULO DE CRECIMIENTO DEL JUNCAL.	57
FIGURA N° 17	INSTALACIÓN DE LA PARCELA EN LA ZONA SUR DE LA LAGUNA IBERIA, PARA EL CONTROL DEL CRECIMIENTO DEL JUNCO.	58

FIGURA N° 18	CUADRO DE PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DEL MAPA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL CRECIMIENTO JUNCAL EN LA LAGUNA IBERIA.	60
FIGURA N° 19	MAPA DE COMPARACIÓN DE REDUCCIÓN DEL ÁREA EN LA LAGUNA IBERIA	63
FIGURA N° 20	MAPA DE LA EVOLUCIÓN ANUAL DE LA LAGUNA IBERIA OBTENIDO CON EL ÍNDICE DE AGUA DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDWI)	66
FIGURA N° 21	MAPA DE CURVAS DE ELEVACIÓN DE LA LAGUNA IBERIA	72
FIGURA N° 22	MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA BIOMASA EN LA LAGUNA IBERIA	76
FIGURA N° 23	MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA DENSIDAD EN LA LAGUNA IBERIA	77
FIGURA N° 24	MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA DENSIDAD EN LA LAGUNA IBERIA	95



INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1	EVOLUCIÓN ANUAL DE LA SUPERFICIE DE LA LAGUNA IBERIA	67
GRÁFICO N° 2	EVOLUCIÓN ANUAL DE LA SUPERFICIE DE LA LAGUNA IBERIA	68
GRÁFICO N° 3	EVOLUCIÓN MENSUAL DEL VOLUMEN DE AGUA EN LA LAGUNA IBERIA.....	70
GRÁFICO N° 4	EXPANSIÓN DEL JUNCO HACIA LA PARTE EXTERNA – TODAS LAS ZONAS (CM).....	82
GRÁFICO N° 5	EXPANSIÓN ACUMULADA DEL JUNCO HACIA LA PARTE EXTERNA (CM).....	83
GRÁFICO N° 6	INCREMENTO DE RAMETS PROMEDIO EN TODAS LAS PARCELAS.....	85
GRÁFICO N° 7	ALTURA PROMEDIO ALCANZADA POR LA POBLACIÓN DE JUNCO EN AMBAS ZONAS.....	87



INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	RESOLUCIÓN DE PERMISO PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN.....	111
ANEXO 2	SOLICITUD DE PERMISO PARA LA AUTORIDAD DEL SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA.....	112
ANEXO 3	SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN EN ÁREAS PROTEGIDAS.....	113
ANEXO 4	SOLICITUD DE INFORMACIÓN DE PARÁMETROS DEL AGUA EN LA LAGUNA	114
ANEXO 5	MEMORÁNDUM DE RESPUESTA A LA SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA	115
ANEXO 6	GALERÍA FOTOGRÁFICA.....	116
ANEXO 7	PESO FRESCO Y SECO DE LA MUESTRA DEL JUNCO.....	120
ANEXO 8	BIOMASA OBTENIDA DE LA LAGUNA IBERIA	121
ANEXO 9	DENSIDAD DE RAMETS EN LA LAGUNA IBERIA	122
ANEXO 10	NIVEL HÍDRICO EN EL SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA - LAGUNA IBERIA SUR	123
ANEXO 11	EXPANSIÓN DEL JUNCO HACIA LA PARTE EXTERNA (ZONA HÚMEDA, ES01 - CM)	124
ANEXO 12	INCREMENTO DE RAMETS (ZONA HÚMEDA, ES01 - CM)	124
ANEXO 13	EXPANSIÓN DEL JUNCO HACIA LA PARTE EXTERNA (ZONA HÚMEDA, ES02 - CM)	124
ANEXO 14	INCREMENTO DE RAMETS (ZONA HÚMEDA, ES02 - CM)	124
ANEXO 15	EXPANSIÓN DEL JUNCO HACIA LA PARTE EXTERNA (ZONA HÚMEDA, ES03 - CM)	125
ANEXO 16	INCREMENTO DE RAMETS (ZONA HÚMEDA, ES03 - CM)	125
ANEXO 17	EXPANSIÓN DEL JUNCO HACIA LA PARTE EXTERNA (ZONA SECA, ES04 - CM).....	125
ANEXO 18	INCREMENTO DE RAMETS (ZONA SECA, ES04 - CM)	125
ANEXO 19	CRECIMIENTO DEL JUNCO CON CORTE AÉREO EN LA ZONA HÚMEDA (CM)	126

ANEXO 20	CRECIMIENTO DEL JUNCO CON CORTE SUBTERRÁNEO EN LA ZONA HÚMEDA	127
ANEXO 21	CRECIMIENTO DEL JUNCO CON CORTE AÉREO EN LA ZONA SECA	128
ANEXO 22	CRECIMIENTO DEL JUNCO CON CORTE SUBTERRÁNEA EN LA ZONA SECA.....	129
ANEXO 23	PROCEDIMIENTO DE LA T DE STUDENT PARA COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DEL JUNCO	130
ANEXO 24	MATRIZ DE CORRELACIONES (PARÁMETROS DEL AGUA – CRECIMIENTO DEL JUNCO).....	137
ANEXO 25	PARÁMETROS DE CAMPO DE LA LAGUNA IBERIA (VT-L-2)	138
ANEXO 26	PARÁMETROS DE LABORATORIO DE LA LAGUNA IBERIA (VT-L-2C)	138
ANEXO 27	PARÁMETROS DE LABORATORIO DE LA LAGUNA IBERIA (VT-L-2C) (CONTINUACIÓN)	139
ANEXO 28	INFORME METEOROLÓGICO LAGUNA IBERIA	140

ABREVIATURAS

- ANA:** Autoridad Nacional del Agua
- ANP:** Área Natural Protegida
- ESRI:** Environmental Systems Research Institute
- DBMS:** Sistema de Manejador de Base de Datos
- GPS:** Sistema de Posicionamiento Global
- GUI:** Interface gráfica para el usuario
- INRENA:** Instituto Nacional de Recursos Naturales
- IUCN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
- MINAGRI:** Ministerio de Agricultura y Riego
- MINAM:** Ministerio del Ambiente
- m.s.n.m.:** metros sobre el nivel del mar
- NIR:** banda del Infrarrojo Cercano
- NDWI:** Índice Diferencial de Agua Normalizada
- OEFA:** Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- RAMSAR:** Convención de los humedales
- SERNANP:** Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas
- SWIR:** banda Infrarrojo Corto (porción del infrarrojo medio)
- SIG:** Sistemas de Información Geográfica
- SNLM:** Santuario Nacional Lagunas de Mejía
- UTM:** Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator
- USGS:** Servicio Geológico de los Estados Unidos
- WGS84:** Sistema Geodésico Mundial 198

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

El Santuario Nacional Lagunas de Mejía (SNLM) fue declarada como Área Natural Protegida-ANP en el año con una extensión de 690,6 hectáreas con el objetivo de proteger la fauna ornitológica migrante y endémicas, sino también de su flora silvestre típica de los ecosistemas acuáticos del litoral (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2001). Es uno de los humedales más importantes de la costa pacífico por lo cual pertenece a la convención RAMSAR, fue considerado como un Área de Importancia para la Conservación de Aves-IBA por la BirdLife International en el año 2008 (SERNANP, 2015). Los objetivos de la creación de esta ANP es proteger los valores ecológicos hasta coordinar con los principales actores locales y regionales para llevar a cabo una gestión participativa, conservar la biodiversidad y contribuir al desarrollo. Además, sus múltiples beneficios o "servicios ecosistémicos" que brindan a la humanidad son necesarios, desde suministro de agua dulce, alimentos, materiales de construcción, y biodiversidad, hasta control de crecidas, recarga de aguas subterráneas, sumideros de dióxido de carbono y mitigación del cambio climático.

Los diferentes cambios físicos y químicos en los alrededores del SNLM ha hecho que se vaya deteriorando, además es escasa la información y estudios que permitan su manejo sostenible. Uno de los principales factores que está alterando el equilibrio ecológico del santuario es el crecimiento descontrolado y desconocido de la formación juncal, afectando a la preservación de los humedales del Santuario Nacional Lagunas de mejía, volviéndose así un tema de investigación de interés prioritario para el SNLM.

Scirpus americanus conocido también como "Junco", llega a medir 2 metros de altura, crece alrededor de las lagunas; su comportamiento se ha convertido como el de una planta invasiva, el cual cierra el área del espejo de agua de las lagunas. Su cobertura puede crecer o retraerse por su dinámica ligada al nivel freático, influencia marina, maretazos entre otros (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2015). La “formación juncal” tiende a invadir los espejos lagunares, ya que se desarrolla en sustratos inundados, en aguas poco profundas y están enraizadas al subsuelo, presentan una elevada productividad y son tolerantes a las condiciones de falta de oxígeno al poseer canales o zonas de aireación, que facilitan el paso de oxígeno hasta las raíces (Aponte, El junco: Clasificación, biología y gestión, 2009).

Tanto en la laguna Mejía e Iberia por simple observación se puede evidenciar que el área de los espejos de agua se ha reducido drásticamente por el avance de la vegetación, provocando variaciones en la dinámica de algunas especies de aves, y es conocido que las poblaciones de aves dependen del manejo que se le den a su recurso hídrico (Gutierrez, Ugarte, Arenas, & Vasquez, 2002), asimismo la degradación de los hábitats que ofrece la laguna Iberia se debe a un limitado manejo del recurso hídrico, por lo tanto habrá cambios en la biodiversidad de la avifauna (Alcantara, Jimenez, Bustamante, Castañeda, & Jimenez, 2013); por lo que se debe tener especial cuidado en evitar cambios bruscos en la cantidad y nivel hídrico; por lo tanto la extracción no gestionada de la población juncal podría afectar su importante función de regulación (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2001).

La Laguna Iberia es actualmente la que almacena más recursos hídricos y mantiene a la vegetación del SNLM, la cual ayuda a que se desarrolle eficientemente la sinergia entre especies de flora y fauna, ayudando a que los servicios ecosistémicos se mantengan y sean

controlados. Así mismo, la laguna Iberia es una de las más afectadas por el crecimiento descontrolado del junco, ya que el ambiente que ofrece a esta vegetación ayuda a que comience a desarrollarse y empiece a convertirse en un obstáculo, modificando así las características naturales de la laguna. El crecimiento descontrolado de la población juncal podría deberse a la existencia de factores colaterales como el uso de agroquímicos usado en alrededores del SNLM (Alcantara, Jimenez, Bustamante, Castañeda , & Jimenez, 2013), los cuales por medio de las acequias desembocan en las lagunas.

Las variaciones en la cantidad de recursos hídricos en la laguna Iberia conllevan a cambios en las comunidades vegetales hidrófitas como el junco formándose “ecotonos temporales” los cuales influenciarían en la biodiversidad pero también llegan a ser frágiles por su alternancia, que si no son correctamente manejados podría desenlazarse en impactos negativos en la biodiversidad (Alcántara *et al.* 2013).

Dados los objetivos del SNLM, la extracción de la formación juncal para evitar la reducción de espejos lagunares, no debe obstaculizar los fines de conservación y de usos sostenible; en este sentido es de relevancia dimensionar espacialmente y caracterizar la formación juncal, evaluar su comportamiento, y plantear un adecuado manejo.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

No existe un adecuado control de la vegetación (Junco) lo que podría estar ocasionando la reducción del espejo de agua Iberia en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía, poniendo en riesgo la biodiversidad existente y los servicios ecosistémicos.

1.3.HIPÓTESIS

Es probable que las características de distribución espacial y perfil fenológico de *Scirpus americanus* “Junco” se relacione con la reducción de los espejos lagunares del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2017, entonces determinar esta interacción permitirá proponer un manejo controlado y sostenible de esta vegetación, para evitar que se desarrolle este impacto negativo, lo cual podría alterar las funciones ecosistémicas que nos brinda el humedal.

1.4.JUSTIFICACIÓN:

Con la implementación de la Estrategia Nacional de Humedales en el Perú por parte del gobierno, se apoya a la preservación de las Áreas Naturales Protegidas, ya que permite la conservación de los ecosistemas. La preservación de ecosistemas costeros favorece a que el SNLM cumpla con su función de brindar servicios ecosistémicos, entre estos están: control de erosión e inundaciones, mantención de cadenas alimenticias, retención de nutrientes, sedimentos y contaminante, estabilización del clima, potencial para el turismo, reducción de gases invernadero, regulador de temperaturas, cuidado de la fauna albergada, que sirve como descanso para las aves migratorias y como residencia de aves permanentes (Servicio Natural de Areas Naturales Protegidas por el Estado, s.f.), por eso la necesidad de la protección de estos humedales, además de brindar servicios ecosistémicos a la zona.

El empleo de Sistemas de Información Geográfica y la modelización del área a estudiar, ayudará en la actualización de información para el SNLM, para la gestión adecuada de sus recursos naturales.

Por otro lado, la preservación de los espejos lagunares del SNLM hace que no se reduzca el turismo ecológico que trae ingresos a la población aledaña, además de ayudar a

la promoción de sus artesanías echas tanto de “junco” como “matara”, adquiriendo así un valor cultural, ya que el trabajo como cortador es desvalorizado por la situación económica de los junqueros y las dificultades de trabajar en zonas pantanosas.

Simultáneamente, la protección de los espejos lagunares, permitirá a la población un acceso continuo y responsable a la materia prima para la elaboración de artesanías del lugar las cuales les dan un aporte económico importante, sin que ellos afecten o alteren a los ecosistemas que albergan a una gran biodiversidad costeña, además proporciona información para tomar acciones para una gestión ambiental.

En cuanto al desarrollo de esta investigación, se considera de importancia científica por ser una zona perteneciente a un área natural protegida que a su vez se trata de un conjunto lagunar protegido por la Convención RAMSAR, considerando además que no existen estudios previos ni información suficiente para su manejo y gestión, por tanto, esta una oportunidad para realizar estudios posteriores sobre el tema.

1.5.OBJETIVOS:

1.5.1. GENERAL

Caracterizar las formaciones de *Scirpus americanus* “junco” y su relación con la reducción del espejo lagunar Iberia del Santuario Nacional Lagunas de Mejía.

1.5.2. ESPECÍFICOS

- Determinar la pérdida espacio temporal del área superficial del espejo lagunar Iberia del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2017.
- Estimar la distribución espacial, biomasa y densidad de la cobertura de *Scirpus americanus* “junco”, en la laguna Iberia, 2017.

- Establecer el crecimiento de *Scirpus americanus* “junco” en el espejo lagunar Iberia del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2017.
- Evaluar la influencia del avance horizontal del *Scirpus americanus* “junco” en el área superficial del espejo lagunar Iberia del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2017.

1.6.EXPOSICIÓN DE LAS VARIABLES:

a. Variable Independiente

Crecimiento de la población *Scirpus americanus*

b. Variable dependiente

Área del espejo lagunar Iberia

c. Operalización de las variables

Tabla N° 1: *Operacionalización de las variables*

Variables	Dimensión	Indicador
Independiente	Crecimiento de la población <i>Scirpus americanus</i> en el espejo lagunar Iberia.	Biomasa poblacional del junco kg/m ²
		Crecimiento del junco cm/mes
Dependiente	Área del espejo lagunar Iberia.	Variación del área lagunar cm ²
		Volumen de la laguna m ³
Intervinientes	Parámetros de calidad de agua	Conductividad Eléctrica mS/cm
		Oxígeno disuelto mg/l
		pH UNIDAD
		Salinidad g/l
		Temperatura °C

Nota: Elaboración Propia

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En una investigación realizada por Villamarin (2011) titulada “Cambio espacio-temporal de las unidades de vegetación en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía-Arequipa, una aproximación con el uso de imágenes satelitales entre los años 1973 - 2010” se realizó el análisis multitemporal y postclasificadorio, y medición del índice de NDVI con imágenes MSS, TM y ETM+ del satélite Landsat, para los años 1973 al 2010. Se produjeron mapas temáticos de los humedales del sistema, con exactitudes totales del 90,7% y estimador del coeficiente Kappa (K) de 0,9. Los mapas resultantes fueron sobrepuestos para detectar la dirección y proporción del cambio, incluyendo la estimación de la estabilidad de localización y residencia, así como la tasa de cambio anual de cobertura para cada unidad de vegetación.

Luego del análisis de la información se concluyó que los resultados de cambio espacio temporal, indican que los espejos lagunares mostraron tendencia a la disminución de la superficie; mientras que la población juncal en alrededores de las lagunas mostró tendencia al aumento.

Otra investigación efectuada por Aponte & Ramírez, (2011) titulado “Humedales de la costa central del Perú: estructura y amenazas de sus comunidades vegetales” en Lima; se realizó un análisis cuantitativo por transectos y su posterior evaluación con métodos multivariados. Cuatro humedales fueron estudiados (Puerto Viejo, Cañete; Santa Rosa, Huaral; Paraíso, Chancay y Medio Mundo, Végeta). Se encontró que cada humedal presenta una estructura particular y compleja de sus comunidades vegetales, la cual guarda íntima

relación con las actividades antrópicas de cada localidad. Se identificó a la ganadería y agricultura como una de sus principales amenazas. Se propone que la estructuración de las comunidades vegetales es un potencial bioindicador del estado de conservación a considerar dentro de los planes de manejo y monitoreo de estas áreas naturales.

Concluyéndose así que, las comunidades vegetales de cada humedal, esconden una estructura compleja y particular, la cual guarda una íntima relación con las actividades antrópicas que se realizan en cada área estudiada. La principal amenaza identificada es la expansión agrícola y ganadera, la cual afecta a estas comunidades y al humedal como ecosistema, para lo cual se proponen medidas a implementar en la gestión de los humedales con el fin de conservar estos ecosistemas frágiles.

En la investigación ejecutada por Trama (2005) titulada “Manejo Activo y restauración del humedal Palo Verde: cambios en las coberturas de vegetación y respuesta a las aves acuáticas” se llevó a cabo la restauración de 200 ha. de la laguna en el año 2002, se realizó el seguimiento de las actividades de manejo con fangueo, restauración hidrológica, pastoreo, corte de árboles y quemas en la laguna realizadas por diversos actores. Se establecieron 3 parcelas de manejo de aproximadamente 80 ha cada una, dos con fangueo (1987 y 2002) y un control sin fangueo (Control). El análisis de los cambios en las coberturas de vegetación dentro de esas parcelas, se realizó para una fecha antes del manejo (Nov. 1998) y dos fechas durante el mismo (Dic. 2002 y Mar. 2003), por medio de sistemas de información geográfica. Paralelamente, se realizaron conteos de aves acuáticas cada 15-20 días, desde dos puntos altos en los cerros adyacentes al humedal. Se registraron datos sobre especies presentes, abundancia de individuos por especie, coberturas de vegetación donde se encontraban y comportamiento o actividad realizada por cada individuo o grupo de individuos.

Asimismo, la riqueza de especies y abundancia media de individuos fueron mayores en la época seca con respecto a la lluviosa. Las coberturas de vegetación más utilizadas fueron el espejo de agua, vegetación flotante y tifa aplastada, la cobertura de tifa fue evitada en casi todas las parcelas y análisis de uso de hábitat realizados para todas las especies en general y para el total de individuos. Por lo que se concluyó que la reducción del área ocupada por la tifa y la variedad de coberturas de vegetación, y suelo expuesto benefició el aumento del área lagunar, lo que favoreció el retorno de aves acuáticas.

Una investigación desarrollada por Sabaj (2011) titulada “Extracción de “juncos” *Schoenoplectus californicus* en el Área Protegida Humedales del Santa Lucía (Uruguay): contexto ecológico, socioespacial y perspectivas de manejo sustentable”; el trabajo de investigación presenta el análisis de la extracción de *S. californicus* en un contexto ecológico y social en el Área Protegida Humedales del Río Santa Lucía (Uruguay), donde hay influencia de agua salobre del Río de la Plata. Se trabajó con junqueros de Ciudad del Plata y Las Brujas mediante entrevistas, talleres participativos y observación directa. Además, se siguió el crecimiento luego de un corte durante seis meses en cuatro sitios con controles respectivos, analizando el efecto del gradiente de salinidad y del nivel de inundación. Se aplicó la metodología MESMIS para evaluar la sustentabilidad en diferentes categorías: junqueros (organizados, con o sin bote), tejedores y junqueros-tejedores. Como resultados de la tesis se caracterizaron los juncales en abundancia y morfometría, encontrando diferencias entre tramos del río y en el nivel de inundación. También se produjo un mapa del juncal para el área. Se obtuvo una tasa de crecimiento de junco y se mostraron diferencias de crecimiento entre tallos. Las diferencias en altura y densidad entre sitios se asociaron al régimen hidrológico.

El juncal se recuperó a los seis meses del corte (en condiciones favorables de salinidad y de inundación), principalmente en altura y densidad. La evaluación de sustentabilidad muestra que todas las categorías de uso del junco presentan al menos alguna propiedad insustentable. Sin embargo, en conjunto las categorías exhiben capacidad de tener altos niveles de sustentabilidad. Los resultados fueron integrados para plantear propuestas de manejo sustentable.

2.2.MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.2.1. Los Humedales

La definición elemental de humedal es: Terrenos cuyos suelos están permanente o periódicamente inundados o saturados, en ambientes con agua dulce o con algún grado de salinidad, donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas; actuando como principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal.

La definición oficial de humedal de la Convención Ramsar: “extensiones de marismas, pantanos, y turberas, o superficies de agua, sean estas 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.” (Convención sobre los humedales Ramsar, s.f.)

Adicionalmente los humedales podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal.

Según Cowardin, Carter, Golet & LaRoe (1979), los humedales son tierras donde la saturación con agua es el factor dominante que determina la naturaleza del desarrollo del

sustrato y los tipos de comunidades de plantas y animales que viven en el sustrato y en su superficie. La única característica que comparte la mayoría de los humedales es un sustrato que está saturado o cubierto por el agua al menos periódicamente.

Por lo tanto, los humedales son considerados como ecosistemas valiosos, intermediarios entre el agua y la tierra, poseen servicios relacionados a los recursos hídricos, mantenimiento de la diversidad biológica y la variabilidad ecosistémica, además tienen importancia socioeconómica para las poblaciones locales ya que éstas estuvieron vinculadas en toda su historia, ayudando a su desarrollo como fuente hídrica, brindando recursos para la alimentación y construcción.

2.2.2. Funciones ecológicas, bienes y servicios

Las funciones de los humedales son su mayor valor, ya que pueden ser productos explotables, recursos hidrobiológicos y forestales, diversidad biológica y como patrimonio cultural; las combinaciones de estos hacen que los humedales adquieran un mayor valor social y económico. Los principales servicios que brindan los humedales se resumen de la siguiente manera: Provisión de agua, recarga de acuíferos, descarga de acuíferos, estabilización de la línea costera y control de erosión, control de inundaciones, retención y exportación de sedimentos y sustancias tóxicas, retención de nutrientes, provisión de recursos, provisión de recursos hídricos y transporte por agua, reservorios de biodiversidad, estabilización de microclimas (regulación térmica) y navegabilidad, recreación y turismo (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006)

Al mismo tiempo, los humedales son sistemas conocidos por su alta producción primaria, remueven el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera y lo secuestra en forma de carbono en la biomasa vegetal y suelo (Hernandez M. , 2010); los promedios de la

fotosíntesis son más altos que en otros ecosistemas y los promedios de descomposición son más lentos debido a las condiciones anaeróbicas, por lo que la materia orgánica tiende a acumularse (Bazán citado por Morocco, 2014).

Tabla N° 2: *Importancia de los diferentes tipos de servicios que aportan los principales ecosistemas marinos costeros del Perú*

Ecosistemas marino costeros	TIPOS DE SERVICIOS ECOSISTEMÍCOS			
	Aprovisionamiento (Alimento, cultivos, agua, materiales)	Regulación (aire, clima, agua, suelo, Control Biológico)	Hábitat (Alevinajes, protección del pool genético)	Cultural / Recreativo (turismo, educación)
ECOSISTEMA COSTERO SOMERO				
- Manglares	Alto	Alto	Alto	Alto
- Humedales Costeros	Bajo	Medio	Alto	Medio
- Intermareales	Bajo	Bajo	Medio	Medio
- Praderas de Macroalgas	Medio	Medio	Medio	Bajo
- Islas, Islotes y Puntas Guaneras	Alto	Medio		Medio
ECOSISTEMA DE SURGENCIAS COSTERAS				
- Subsistema pelágico	Alto	Alto	Alto	Bajo
- Subsistema bentónico	Alto	Bajo	Medio	Bajo
ECOSISTEMA DE OCÉANO PROFUNDO				
	Bajo			Bajo
ECOSISTEMA DE OCÉANO PROFUNDO				
	Bajo			Bajo

Fuente: Quinto Informe Nacional ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica: Perú (2010-2013)

2.2.3. Clasificación de los humedales

La clasificación de los humedales propuesto por Ramsar contiene cuarenta y dos tipos de humedales, agrupados en tres categorías “marinos y costeros”, “continentales” y “artificiales” (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006). Sus criterios de basan en singularidad de los sitios, presencia de especies endémicas o amenazadas y la importancia para las aves acuáticas y peces, con un orden jerárquico. Basado en ello, la Estrategia Nacional de Humedales asume esta misma clasificación de los tres grandes grupos:

- Humedales costeros: manglares, lagunas, estuarios, albuferas, deltas, oasis, pantanos.
- Humedales andinos: lagos, lagunas, bofedales, manantiales, puquios, turberas, humedales de páramo, kársticos andinos.
- Humedales amazónicos: lagos y lagunas, complejos de orillales, kársticos amazónicos, pantanos amazónicos (aguajales, renacales, pungales, pantanos mixtos de palmeras, pantanos herbáceos, pantanos arbustivos), bosques de tahuampa, sabana inundable de palmeras, varillales húmedos.

2.2.3.1. Humedales Costeros

Los humedales costeros constituyen importantes ecosistemas de protección y conservación que sostienen la biodiversidad entre los ecosistemas costeros y por los complejos procesos e interacciones existentes entre sus componentes físicos, biológicos y químicos (agua, suelo, topografía, microorganismo, plantas y animales) generan una serie de valores de uso directo e indirecto. Los valores de uso indirecto son los beneficios derivados de las funciones que desempeñan los humedales, como la retención de nutrientes, control de inundaciones, mejoramiento de la calidad de agua, estabilización de la costa, recarga de agua subterránea, almacenamiento de carbono, entre otros, considerandos como servicios ambientales que generalmente no son tomados en cuenta. (Tabilo, 2003)

2.2.3.2. Conservación de los Humedales

Los ecosistemas acuáticos como los humedales tienen propiedad de resistencia al cambio y un cierto grado de resiliencia que tiene a volverlos al estado original, sin embargo, una vez alterados más allá del límite el ecosistema acuático no podrá regresar a su estado original. A pesar de la estabilidad que pueden mostrar, los humedales suelen ser muy

dinámicos y susceptibles a la modificación de sus características (Sanchez, Herzig, Peters, Marquez, & Zambrano, 2007)

Los encargados de la formulación de políticas y la toma de decisiones adoptan con frecuencia decisiones en materia de desarrollo basadas en cálculos sencillos de las ventajas y los inconvenientes monetarios de las propuestas que tiene la importancia de los humedales para el medio ambiente y las sociedades humanas ha sido infravalorada tradicionalmente en estos cálculos debido a lo difícil que es asignar un valor monetario a los valores y beneficios, así como a los bienes y servicios de los ecosistemas de humedales. Se trata de una tarea difícil, pero para que los encargados de la toma de decisiones cuenten con información correcta sobre la relación entre los valores monetarios de un humedal saludable y las pérdidas económicas de un humedal destruido o degradado, no hay más remedio que avanzar en este sentido. Algunos estudios recientes han indicado que los ecosistemas prestan servicios de un valor equivalente a por lo menos 33 billones de dólares EUA por año, de los cuales 4,9 billones se atribuyen a los humedales (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006).

Tabla N° 3: Identificación de los diferentes tipos de amenazas en los principales ecosistemas marinos costeros del Perú

Ecosistemas marino costeros	TIPOS DE AMENAZAS					
	Contaminación/ Eutroficación	Degradación del hábitat	Represa- miento	Cambio Climático/ El Niño	Especies Invasoras	Sobre pesca
ECOSISTEMA COSTERO SOMERO						
- Manglares	Medio	Medio	Bajo	Alto	Medio	Alto
- Humedales Costeros	Alto	Alto	Bajo	Alto	Medio	Alto
- Intermareales	Medio	Alto		Alto	Bajo	Medio
- Praderas de Macroalgas	Bajo	Bajo		Alto	Bajo	Alto
- Islas, Islotes y Puntas Guaneras	Bajo	Bajo		Medio	Bajo	Medio
ECOSISTEMA DE SURGENCIAS COSTERAS						
- Subsistema pelágico	Bajo			Alto		Medio
- Subsistema bentónico	Bajo	Bajo		Bajo	Bajo	Medio
ECOSISTEMA DE OCEANO PROFUNDO						
				Bajo		
OCEANO PROFUNDO						
	Bajo					Bajo

Nota: Quinto Informe Nacional ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica: Perú (2010-2013)

2.2.4. SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA

El Santuario Nacional Lagunas De Mejía (SNLM), está conformado por un conjunto de lagunas salobres que se ubican cerca de la desembocadura del Río Tambo. El agua que se acumula en ellas, se debe al efecto de los desbordes del río en época de la creciente y por filtraciones provenientes de las Irrigaciones Iberia, la Ensenada y de las zonas de cultivo aledañas al Santuario Nacional Lagunas de Mejía.

Es el único humedal costero protegido por el estado peruano con una categoría de carácter intangible. En un pasado existían numerosos humedales a lo largo de todo el litoral, sin embargo, a causa de la contaminación y expansiones agrícolas y urbanas estas han desaparecido; alberga 28 especies con algún grado de amenaza (Vulnerables, en peligro de extinción, situación rara e indeterminada), además algunas especies migratorias consideradas “En Peligro” por la IUCN (*Calidris mauri*, *Pluvialis squatarola* y *P. dominica*).

Para el caso de los ecosistemas el SNLM protege 8 tipos de hábitats, sometidos a diferentes grados de presión como la vegetación ribereña, espejos lagunares, gramadales, etc. (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2001).

El SNLM alberga cerca de 200 especies de aves, las cuales corresponden al 59.5% de las especies registradas en la región Arequipa; dos especies endémicas como son la choca pico amarillo (*Fulica rufifrons*) y el fringilo apizarrado (*Xenospingus concolor*). Es el único humedal de la región costera que alberga 9 especies de garzas. El humedal alberga las mayores densidades poblacionales del mundo de polla de agua (*Gallinula chloropus*) y pato colorado (*Anas cyanoptera*).

El humedal mantiene un hábitat de vegetación ribereña, el cual se comporta como defensa de la Irrigación Boquerón y la Irrigación Iberia, además del resto de hábitats. El humedal por tener un nivel inferior al sector agrícola se comporta como obstáculo de la mezcla de las aguas salobres y saladas que impedirían un desarrollo de una agricultura normal. Además, proporciona una barrera contra posibles fenómenos de la naturaleza como Tsunamis.

El humedal al encontrarse en el extremo final de la cuenca del río Tambo se convierte en el depósito final de sedimentos, especialmente en el sector del estuario, lo cual determina una gran riqueza de nutrientes y como consecuencia una gran diversidad, gracias a las características físicas y bióticas contiene una alta diversidad biológica que mantiene altas poblaciones cuyas relaciones tróficas permiten una continua renovación y balance de sus ciclos (Castillo, y otros, 2011).

2.2.5. Las lagunas

Sus lagunas se ubican paralelas al mar, conservándose por escorrentías superficiales y el aporte de la capa freática. Están conformadas por tres sistemas de lagunas: la laguna Mejía, la cual es influenciada por el sistema de drenajes, siendo actualmente una zona húmeda con una pequeña laguna; la laguna Iberia, actualmente la más grande de todas, se encuentra dividida por tres espejos debido al crecimiento de la totora y la laguna Boquerón (un grupo de pequeñas lagunas que tienen influencia directa del río Tambo) (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2015).

2.2.6. Formaciones vegetales: Gramadales, Totorales y Juncales.

En estas predominan algunas con características únicas, las cuales son responsables de sus nombres: *Distichlis spicata* “grama salada”, *Typha angustifolia* “totora” y *Scirpus americanus* “junco”, localizadas de forma indistinta en la extensión de orillas de las lagunas cubriendo alguna superficie. Los gramadales son los que ocupan extensas áreas alrededor de las lagunas siendo esta aproximadamente de 380 ha; los totorales se expanden principalmente hacia la zona sur cubriendo ese sector de las lagunas asemejando manchones ribereños alrededor del río Tambo y cubren un área de 26 ha. Aproximadamente; los juncales se expanden por suelos inundados cercanos a las lagunas central y sur, en forma de parches en la zona norte, bordeando los totorales y algunos sectores entre el gramadal y el monte ribereño (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2001).

2.2.7. Extracción de junco, totora y otras especies vegetales:

La extracción en las lagunas del Santuario Nacional de Lagunas de Mejía como fuente del recurso junco, el cuál es base económica para los junqueros y sus familias, es materia prima para tejedores y artesanos, y sustento para una cadena de mercado que incluye

intermediarios y comerciantes, esta actividad beneficia indirectamente a la conservación de las lagunas pues controla la invasión de dichas plantas en el lecho lagunar (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2015).

2.2.8. Problemáticas

Uno de los problemas presentes y potencial es la desviación de parte del caudal de la cuenca del río Tambo a un proyecto nuevo de irrigación (Pasto Grande). La desviación de estas aguas ha traído como consecuencia la reducción del caudal y el cambio en la calidad de agua ya que esta presenta altos contenidos de sales y boro, los cuales deben estar influenciando en las cadenas tróficas del humedal (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2015).

La agricultura aledaña aplica una tecnología basada en la utilización intensiva de pesticidas (fosforados, clorados, carbamatos, entre otros), los cuales generan cierto grado de contaminación en el humedal, acelerando los procesos de eutrofización y como consecuencia la sucesión vegetal normal se acelera perdiéndose los espejos lagunares y la biodiversidad. Producto de esto es que existe una proliferación de vegetación dentro de las lagunas, y uno de los indicadores claros sobre este fenómeno es la conductividad alta en los espejos de agua, los valores altos de este parámetro implican concentraciones altas de nutrientes minerales en el humedal y estos a su vez promueven un aumento en la vegetación acuática (Cheneaux, 2015).

2.3.JUNCO

2.3.1. Taxonomía y ecología

Scirpus americanus, conocido comúnmente como “junco”, es una planta frecuente en los humedales de la costa central del Perú, perteneciente a la familia *Cyperaceae* (Aponte, 2009).

Taxonomía:

Reino: *Plantae*
División: *Angiospermae*
Clase: *Monocotyledonae*
Orden: *Cyperales*
Familia: *Cyperaceae*
Género: *Scirpus*
Especie: *S. americanus*



Figura N° 1: *Scirpus americanus* en el SNLM

2.3.2. Descripción de la especie

Scirpus americanus es una especie perenne. Posee un rizoma con o sin escamas, del cual se desprenden múltiples tallos verdes. Los tallos pueden llegar a medir hasta 2 metros en lugares muy húmedos y tan solo 30cm en lugares muy secos (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2015). Posee vainas foliares inferiores, sin lámina, con un limbo de hasta 2cm, oblicuo, libre; las vainas foliares superiores pueden poseer o no una lámina de 13 hasta 20 cm, lisa, septado nodulosa. La inflorescencia corresponde a un agregado pseudo-lateral que posee múltiples espiguillas sésiles. Hacia la parte terminal del tallo posee una bráctea de 1 hasta 15cm, rígida, tallo. Posee también una segunda bráctea reducida u obsoleta.

Las glumas tienen un tamaño de 4x3mm, de forma ovada con una costilla media conspicua, excurrente a partir del ápice con muesca, parda, frecuentemente moteadas de rojo. La raquilla que sostienen a las glumas es persistente. Posee tres estambres y de dos a tres estigmas. Las anteras van desde 1.5 hasta 2 mm. Los aquenios tienen (2-3) x (1.5-2) mm, aplanado convexos, obovados, pardo oscuro, lisos, lustrosos, prominentemente apiculados. El perianto está compuesto por cuatro cerdas más cortas o largas que el cuerpo del aquenio, retrorsamente barbadadas y aplanadas (Palomino, 2007).

2.3.3. Distribución y características del hábitat

Son plantas semiacuáticas (anfibia) que se desarrollan a orillas de lagos y lagunas, de manera que se desarrolla en lugares húmedos, inundados y aguas profundas; se encuentran a nivel superficial como a una profundidad de hasta 4.5m. Estas plantas se arraigan al suelo y usualmente invaden cultivos de las tierras próximas al mar, demostrando así, su capacidad para manejar cierto grado de salinidad.

Las plantas emergentes como el junco no suelen sufrir limitaciones de agua, regulan su contenido del agua al interior en relación al medio exterior y tiene una mayor capacidad de interceptar luz solar que las plantas sumergidas. Su adaptación a condiciones con bajo oxígeno se debe que poseen canales o zonas de aireación (aerénquima) que facilita el paso de oxígeno de las hojas a las raíces (Cronk & Siobhan, 2001).

2.3.4. Reproducción, crecimiento y fecundidad

Se reproduce de dos formas: a) clonal, al propagarse por rizomas generando nuevos rametos, y b) sexual a través de flores; esta última produce aquenios, que germinando formarán genetos con múltiples rametos unidos en el rizoma. En cuyas bases se generan las yemas caulinares lo cual da lugar a los tallos. La muerte de la yema caulinar posibilita la aparición de nuevos rametos, permitiendo así la expansión clonal. Además, en épocas de floración el crecimiento del tallo se interrumpe (Aponte, 2009).

2.3.5. Usos

Estas asociaciones son sitios de anidación y de refugio para las aves residentes como garzas, pollas de agua, patos y gallinetas.

2.4. CRECIMIENTO DE LA VEGETACIÓN

Las fuerzas hidrológicas y una variedad de factores ambientales crean condiciones de crecimiento único en cada humedal, Cronk y Siobhan (2001) definieron las siguientes características comunes como principales influyentes:

A. Sedimentos anaerobios

Cuando los suelos se inundan, los espacios porosos se llenan de agua en lugar de gas, y la tasa de difusión de oxígeno se reduce. Esta lenta tasa de difusión combinada con las

demandas respiratorias de las raíces de las plantas y los microorganismos del suelo da como resultado poco o ningún oxígeno disponible externamente para las raíces de las plantas. Los suelos de los humedales se inundan perpetuamente y, por lo tanto, son anóxicos en gran parte del perfil del suelo, o se inundan solo una parte del tiempo. Cuando los suelos de los humedales se drenan durante una parte del año, la parte superior del perfil del suelo puede oxidarse, lo que permite la germinación de las semillas y, en algunos casos, la invasión de plantas de tierras altas. Incluso en los suelos que siempre están inundados, generalmente persiste una fina capa superior oxidada, posible gracias a la producción de oxígeno de algas bentónicas y al intercambio de gases con la atmósfera.

B. Condiciones del sustrato en los humedales de agua salada

Un humedal se considera salobre o salino si la concentración de sal es mayor que 0.5 ppt (o aproximadamente el 1.4% de la concentración de agua de mar a un promedio de 35 ppt. de NaCl). La salinidad del agua de poros del suelo en los humedales de agua salada puede ser mayor o menor que el agua de mar, dependiendo de la proximidad a las mareas y de la relación de evaporación a precipitación. Los aportes de agua de lluvia o de agua dulce del interior pueden diluir el agua de mar, mientras que la evaporación puede hacer que la salinidad del agua de los poros sea mayor que la del océano. La salinidad también puede variar con la temporada.

C. Condiciones del sustrato en pantanos pobres en nutrientes

Las turberas pobres en nutrientes (referidas aquí como pantanos) están aisladas hidrológicamente; reciben insumos de minerales y nutrientes solo por la precipitación y la deposición de materia seca. El crecimiento de las plantas en estos ambientes a menudo está limitado por uno o varios nutrientes (N, P o K +). Los aportes de nutrientes son bajos y los

nutrientes de la descomposición de la materia orgánica no están fácilmente disponibles debido a las bajas tasas de descomposición y la descomposición incompleta de los compuestos orgánicos. La composición química del agua en piscinas en la superficie del pantano se asemeja mucho a la del agua de lluvia local, aunque tiende a estar más concentrada debido a la evaporación.

D. Condiciones de crecimiento para plantas sumergidas

Las plantas sumergidas están expuestas a diferentes regímenes de luz y dióxido de carbono que las plantas emergentes. La disponibilidad de luz y dióxido de carbono cambia a lo largo del día y con las estaciones.

2.5.SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

2.5.1. Definición

López & Rio (2015) define un SIG como “un conjunto de herramientas compuestos por hardware, software, datos y usuarios, que permite capturar, almacenar, administrar y analizar información digital, así como realizar gráficos y mapas, y representar datos alfanuméricos.” Además, Burrough manifiesta que un SIG también puede definirse como un modelo digitalizado que permite analizar la geografía con el fin de obtener información específica al generar, utilizar y compartirla en forma de datos y mapas (Pucha-Cofrep, y otros, 2017).

Otros autores como Suzanne Palminteri, Powell, Ford & Casey (1999) mencionaron que:

El Sistema de Información Geográfica (SIG) combina el soporte lógico con el soporte físico para acceder a visualizar, manipular y desplegar una amplia serie de información orientada geográficamente, tal como usos de la tierra, tipos de suelos, tipos de vegetación, precipitaciones, curvas de nivel, infraestructura humana o distribuciones de las especies -es decir, todo lo que pueda ser registrado en un mapa.

También Lara, Simeón & Navarro (2006) afirmaron de manera similar que:

El término SIG se utiliza comúnmente en ciencias como la geografía, y en especial en aquellas donde se utilice algún tipo de planeamiento territorial para la solución de algún tipo de problemática social, económica o ambiental, esto gracias a su complejidad y amplitud de usos que permiten el desarrollo de técnicas y analíticas. En realidad, existen tantas definiciones como especialistas que utilizan el SIG.

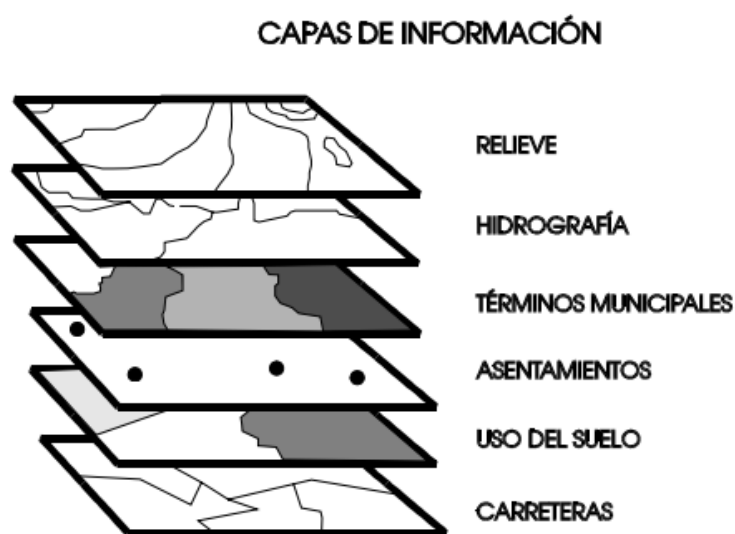


Figura N° 2: Capas de Información en un SIG

Fuente: Sistemas de información geográfica. (Lara, Simeon, & Navarro, 2006)

2.5.2. Componentes de un SIG

Carmona & Monsalve (2004) mencionan cinco componentes para poder desarrollar un SIG, y son los siguientes:

1. EQUIPOS (HARDWARE)

Es el equipo físico donde opera el SIG. En la actualidad este tipo de programas se pueden ejecutar en una multitud de equipos, desde servidores hasta computadores personales en red o trabajando en la nube.

2. PROGRAMAS (SOFTWARE)

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema de manejador de base de datos (DBMS)
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interface gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas.

3. DATOS

Esta es la parte más importante del sistema ya que utiliza datos geográficos que pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema, como por terceros que ya los tienen disponibles. Este sistema integra los datos espaciales con otros recursos de datos llegando incluso integrar los manejadores de base de datos más comunes en el análisis de la información geográfica.

4. RECURSO HUMANO

La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla y administra el sistema; Y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

5. PROCEDIMIENTOS

Un SIG operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas clara, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización.

2.5.3. Modelos de datos

Los datos necesarios para utilizar un SIG deben ser digitalizados, esto gracias a la codificación de información obtenida en campo de manera que sean factibles de procesar por un computador, de manera que permita su modelamiento. (Pucha-Cofrep, y otros, 2017).

Existen dos aproximaciones básicas para simplificar y modelizar el espacio, para su manipulación y almacenamiento en un sistema informático, lo que da lugar a dos modelos de datos: el modelo vectorial, habitualmente utilizado para tratar fenómenos geográficos discretos (vías de comunicación, tejidos urbanos, coberturas vegetales, etc.), y el modelo ráster usado generalmente para representar fenómenos continuos. Ambos sistemas son complementarios y conviven dentro de los SIG, aunque cada uno de ellos resulte más o menos apropiado para el estudio de un tipo de información específica (Del Bosque, Fernandez, Martin-Forero, & Pérez, 2012)

Modelo Vectorial

El modelo de datos vectorial se basa en el supuesto de que la superficie de la Tierra está compuesta de objetos discretos tales como árboles, ríos, lagunas, etc. (Pucha-Cofrep, y

otros, 2017). En este modelo, no existen unidades fundamentales que dividen la zona recogida, sino que se recoge la variabilidad y características de esta mediante entidades geométricas. Para cada entidad geométrica las características son constantes. La forma de estas entidades se codifica de modo explícito, porque modeliza el espacio geográfico a través de una serie de primitivas geométricas que contienen los elementos más destacados de dicho espacio, las cuales son de tres tipos: puntos, líneas y polígonos (Olaya, 2009).

Modelo Ráster

La estructura de un ráster se basa en una matriz de celdas representadas en filas y columnas, cada una de ellas puede almacenar información de una variable (precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar, longitudes de onda del espectro electromagnético, etc.).

El modelo ráster no recoge de forma explícita las coordenadas de cada una de las celdas, sino los valores de éstas. No resulta necesario acompañar a dichos valores de un emplazamiento espacial concreto, pues hacen referencia a un elemento partículas de la malla, la cual representa una estructura fija y regular. Pero es necesario ubicar dicha malla en el espacio para después poder calcular las coordenadas de cada celda (Pucha-Cofrep, y otros, 2017)

Un Sistema de Información Geográfica es una herramienta que permite un despliegue gráfico de la información, para así desarrollar un análisis integral y toma de decisiones, los trabajos que se pueden desarrollar son:

- Integra la información procedente de diferentes fuentes dentro de un marco único de referencia, facilitando su correlación o vinculación.
- Permite realizar el análisis geoestadístico de la información.

- Facilita la interacción de dependencias involucradas en la materia, en un lenguaje gráfico accesible.
- Comprende una geobase de datos (metadatos, información vectorial y raster) que propicia el mejor control y manejo de la información.

2.5.4. Funcionalidad de los SIG

Según Bravo (2000), existen al menos cinco argumentos básicos para la utilización de un SIG, los cuales son:

- Un SIG nos permite realizar análisis vicariantes, es decir, nos permite realizar comparaciones entre escalas y perspectivas emulando una cierta capacidad de representación de diferentes lugares al mismo tiempo.
- Un SIG nos permite diferenciar entre cambios cualitativos y cuantitativos; aportándonos una gran capacidad de cálculo.
- Un SIG nos permite gestionar un gran volumen de información a diferentes escalas y proyecciones.
- Un SIG integra espacialmente datos tabulares y geográficos junto a cálculos sobre variables (topología).
- Un SIG admite multiplicidad de aplicaciones y desarrollos; poniendo a nuestra disposición herramientas informáticas estandarizadas que pueden ir desde simples cajas de herramientas hasta paquetes llave en mano.

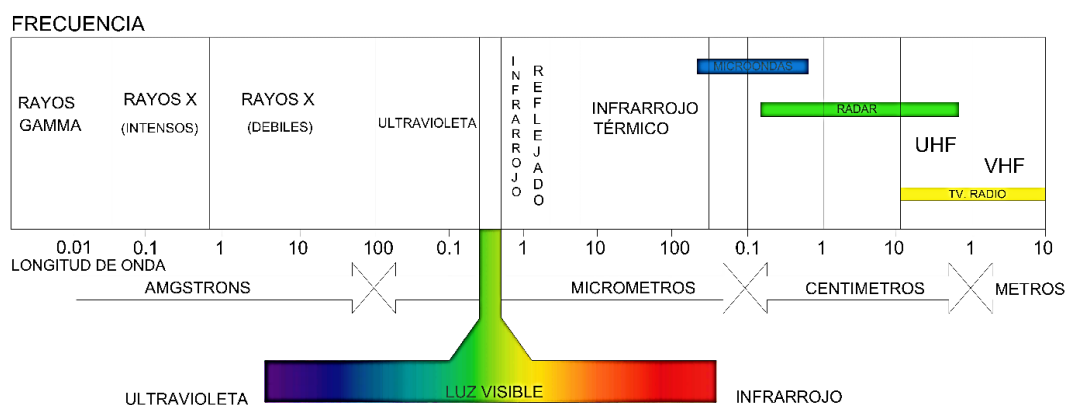
Debido a estos motivos, se puede afirmar que los SIG son una herramienta indispensable para el trabajo con información geográfica.

2.5.5. Teledetección

La teledetección es definida como aquella técnica que permite obtener información a distancia de los objetos ubicados en la superficie terrestre. Para que esta información remota sea posible es necesaria que exista algún tipo de interacción entre los objetos y el sensor. Nuestros sentidos pueden percibir un objeto solo cuando pueden descifrar la información que se envía, como, por ejemplo, tenemos la capacidad de ver un árbol porque nuestros ojos reciben y traducen convenientemente una energía luminosa procedente del mismo. Esa señal es originada por un foco energético exterior que lo ilumina. De ahí que no se tenga la capacidad de percibir ese árbol en plena oscuridad (Chuvienco, 2002).

El espectro electromagnético

Se puede definir como cualquier tipo de energía radiante en función de la longitud de onda o frecuencia. Aunque la sucesión de valores de onda es continua suelen establecerse una serie de bandas donde la radiación electromagnética manifiesta un comportamiento similar. La organización de estas bandas se denomina espectro electromagnético, es decir una distribución en función de la longitud de onda (ver Figura N°3).



El espectro visible por el ojo humano

Figura N° 3: El Espectro Electromagnético. Fuente: USGS, 2015

Comprende desde las longitudes de onda más cortas (rayos X y Gamma), hasta las kilométricas (telecomunicaciones). Las unidades de medida más comunes se relacionan con la longitud de onda. Para las más cortas se utilizan micrómetros, mientras las más largas se miden en centímetros o metros. Normalmente a estas últimas (denominadas micro-ondas) se las designa también por valores de frecuencia (en Gigahertz, GHz = 10^9 Hz), (Chuvienco, 2002).

2.5.6. Procesamiento de imágenes satelitales

Los índices radiométricos de vegetación permiten determinar rasgos fisiológicos de coberturas de vegetación, así como de los nutrientes en las mismas, los datos obtenidos a partir de estos índices son apropiados para estudios de ecosistemas dinámicos en escalas regionales y globales (Meijerink, 2007).

Para el análisis de vegetación existen cientos de índices con los cuales se puede saber el estado del área de evaluación. Los factores principales para evaluar qué tipo de índice se debe aplicar debe seleccionarse dependiendo de lo que se quiera obtener, de las necesidades específicas del estudio, así como de la etapa en la que se encuentre y el tipo de vegetación presente.

El NDVI y NDWI pueden expresarse en un rango que fluctúa entre -1 y +1. El NDVI se relaciona directamente con la capacidad fotosintética de la vegetación, el cual puede indicar mayor o menor biomasa, densidad (cobertura), o vigor de la planta. Sin embargo el NDWI se utiliza como una medida de la cantidad de agua que posee la vegetación o el nivel de saturación de humedad que posee el suelo (Salvador & Lagos, 2010).

Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)

Para el cálculo de NDWI se utilizó el método Gao; al igual que en el caso del índice de vegetación NDVI, los potenciales valores obtenidos a partir del NDWI oscilan entre -1 y +1 cuyos valores describirán superficies de agua y vegetación con contenido en agua o zonas terrestres y con ausencia de humedad (Dominguez, 2000).

Gracias a este índice podremos advertir las potenciales zonas húmedas para reclasificar y delimitar entornos húmedos. Zonas húmedas como turberas o ecosistemas acuáticos difíciles de ser percibidos por fotointerpretación habitual serán visualizadas de manera rápida. Para poder identificar estas potenciales zonas húmedas deberemos contar con las pertinentes bandas multispectrales y tener constancia de las bandas a utilizar en cada análisis.

El índice en forma general es el siguiente:

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Donde SWIR es la reflectancia o radiancia en un canal de onda infrarroja de onda corta (1.2 - 2.5 μm). Los Landsat 8, NIR y SWIR corresponden a las bandas 5 (0.85 - 0.88 μm) y 6 (1.57-1.65 μm), respectivamente. NDWI es sensible a los cambios en el contenido de agua líquida de los doseles de vegetación (región de las copas y regiones superiores de los árboles).

La utilidad de la fórmula se debe a las siguientes consideraciones: en lugar de usar el rango rojo, cuya intensidad de reflexión viene determinada por la presencia de clorofila, se utiliza el infrarrojo cercano de onda corta (SWIR) que muestra una alta absorción de luz debido al agua.

Este método es capaz de percibir profundidades similares a través de las copas de vegetación, por lo cual ayudaría a la real delimitación de la laguna Iberia a pesar de que la vegetación cubra parte de la laguna, Como resultado, el NDWI es más sensible a los cambios en el contenido de agua líquida en la superficie a evaluar (Gao, 1996).

2.5.7. Análisis espacial son SIG

Domínguez (2000) menciona que el análisis espacial está determinado por la existencia de relaciones topográficas entre los elementos, con lo cual se puede realizar cálculos entre variables y obtener nuevos datos los cuales nos dan una capacidad de modelización y prospectiva, las principales herramientas de análisis espacial en un SIG son:

Superposición

Es la herramienta básica del análisis espacial, el cual nos permite realizar el solapamiento de capas de información para obtener nuevas capas con datos producidos de la cartografía analítica y sintética. Esta herramienta debe responder a preguntas como: ¿qué es común?, ¿qué es diferente? y ¿qué está en uno o en otro?.

Área de influencia

Se entiende como área de influencia aquello que a partir de una entidad espacial y de acuerdo a una variable o conjunto de variables precisa una nueva entidad en el espacio. Esta nueva entidad suele ser del estilo corredores (buffer) los cuales tiene una apariencia de círculos, coronas o figuras irregulares o regulares en función al polígono inicial. Otra forma es la denominada segmentación dinámica, la cual permite dividir una línea en relación a los diferentes valores que posea en cada segmento.

Análisis de vecindad

Son habituales en los sistemas ráster, esta herramienta nos permite conocer la relación entre un objeto geográfico y su entorno y viceversa, como la distancia de la zona de estudio a un objeto espacial o cuántos de ellos existen a una distancia dada.

Análisis de redes

Se basa en la construcción de sistemas de redes para el análisis espacial como hidrográficas, carreteras, eléctricas, etc., siempre que mantenga sus características de sistema (dirección, conexión), esta herramienta sirve para buscar rutas óptimas y localización de los mismos.

Modelos digitales de elevaciones

Es una herramienta clásica el cual tiene diferentes nombres en función de la técnica utilizada para el levantamiento de información a representar. La ventaja de este modelo es la obtención de perfiles o cortes utilizando técnicas como modelos de triangulación que aportan un valor z a cada celda; igualmente la representación obtenida no deja de ser un modelo interpolado a partir de datos reales por lo cual los datos obtenidos necesitan adecuarse a unos coeficientes de calidad prefijados para el objetivo del proyecto de estudio.

Modelización y prospectiva

El SIG puede ser usado como una herramienta de simulación y de prospección, lo cual permite su uso como sistema de almacenamiento o banco de información geográfica, reflejando los resultados del mismo.

2.5.8. Aplicación a Humedales

La conservación y gestión informada de un humedal exigen el conocimiento de las relaciones geográficas entre los componentes clave, incluidos el agua, el suelo, la vegetación, los animales y la infraestructura humana. Por lo tanto, la representación y análisis del espacio facilita y fortalece la capacidad de planificar y acoger decisiones sobre la gestión.

Para Palminteri *et al.* (1999), un SIG puede ayudar a los profesionales encargados de la conservación a proteger y administrar los recursos de humedales mediante: 1) la comunicación de una situación o relación; 2) la realización de análisis sencillos, tales como la medición y la intersección de los elementos cartográficos; 3) el análisis de las distribuciones de especies y hábitat; 4) la elaboración de modelos de variaciones potenciales o cambios en el hábitat, tales como el flujo de agua transmisora de contaminantes; y 5) la guía de los recursos y la planificación del aprovechamiento de la tierra.

Gielen (1998) indicó que la aplicación de Los Sistemas de Información Geográfica al estudio y la gestión de las zonas húmedas se puede entender a tres niveles distintos: investigación, gestión y divulgación.

En primer lugar, los SIG son instrumento para almacenar y analizar sus datos, esta capacidad específica hace posible modelizar el funcionamiento de los humedales, entender la evolución de un área determinada en cuanto a los cambios en la hidrología superficial, los usos del suelo, la vegetación tanto terrestre como acuática, estimar las superficies inundables.

En segundo lugar, al poseer una base de datos GIS, de tipo espacial, sobre una zona húmeda, ayuda en el almacenamiento y mantenimiento de la información cartográfica que

describe la zona de estudio. Por lo tanto, se le puede considerar como instrumento de gestión y de ayuda a la decisión.

Por último, para la divulgación de la información, el GIS proporciona un sistema versátil e interactivo, integrando cada vez más las técnicas multimedia para el manejo y gestión de humedales.

Chavez y Monterrosa (2011), consideran a los Sistemas de información Geográfica como una poderosa herramienta para el análisis integral y toma de decisiones sobre los humedales, la cual integra información procedente de diferentes fuentes dentro de un marco único de referencia, lo cual facilita su correlación y/o vinculación. Además, permite el análisis geoestadístico de la información y facilita la interacción de dependencias involucradas en la materia con un lenguaje gráfico accesible.

En cuanto a la modelización del componente espacial, el SIG puede actuar a modo de plataforma para la experimentación rápida de nuevas ideas y conceptos (elaboración de prototipos). Otra de sus cualidades son sus aportaciones para una mejor interpretación y análisis de modelos y sistemas. La estructura de los datos en capas de información es intuitiva y facilita que los modelos desarrollados puedan ser mejor interpretados. Por consecuente, esta herramienta brinda al investigador la posibilidad de visualizar y entender las relaciones espaciales. Sus estructuras y operaciones de los SIG certifican que no se pierde la coherencia espacial en ningún paso de modelización. Los valores de entrada, intermedios y de salida mantienen en todo momento la georreferenciación y sus relaciones topográficas (Morad & Triviño, 2001).

2.6.MARCO LEGAL

2.6.1. Marco Legal Peruano

- **Constitución Política del Perú**

Se menciona en el capítulo II Ambiente y los Recursos Naturales que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación, y el estado es soberano en su aprovechamiento. Además, que el estado determina la política nacional del ambiente promoviendo el uso sostenible de sus recursos naturales y conservación de la diversidad biológica y áreas naturales protegidas.

- **Acuerdo Nacional (2002), Política 19: “Desarrollo Sostenible y gestión ambiental” y Política 33: “Política de Estado sobre Recursos Hídricos”**

Esta política expone que promoverá el ordenamiento territorial, el manejo de cuencas, bosques y zonas marino costeras, así como la recuperación de ambientes degradados, considerando la vulnerabilidad del territorio; de igual manera, que cumplirá los tratados internacionales en materia de gestión ambiental, así como facilitará la participación y el apoyo de la cooperación internacional para recuperar y mantener el equilibrio ecológico.

- **D.S. N°012-2009-MINAM Política Nacional del Ambiente**

En su primer eje de política menciona que tiene como prioridad conservar y aprovechar sosteniblemente la diversidad biológica, los recursos naturales renovables y no renovables del país, además de lograr la implementación de instrumentos de evaluación para la conservación de los recursos naturales, diversidad biológica y servicios ecosistémicos.

- **D.S. N°009-2013-MINAGRI Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre**

Tiene como principios el enfoque ecosistémico, el cual consiste en que la gestión del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre de la Nación se rige por el enfoque ecosistémico, en el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica, entendido como una estrategia para el manejo integrado de las tierras, aguas y recursos vivos, que promueve la conservación y uso sostenible de un modo equitativo. Igualmente, busca comprender y gestionar los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre.

- **Plan Bicentenario: El Perú hacia el 2021 (2011)**

Considera importante la dotación de recursos naturales y biodiversidad, la amplia oferta de servicios ecosistémicos, así como su alto valor económico, los esfuerzos desplegados para su conservación y aprovechamiento sostenible en años recientes no han podido impedir su deterioro, la pérdida de diversidad biológica, la desertificación, la degradación de tierras y la afectación de la calidad ambiental, que constituye una realidad creciente y preocupante.

- **Ley N° 26839 (1997) Ley sobre la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica**

En el artículo 3 sobre el marco del desarrollo sostenible, la conservación y utilización de la diversidad biológica consideran: la conservación de la diversidad de ecosistemas, especies y genes, así como mantener los procesos ecológicos esenciales de los que dependen la supervivencia de las especies. Además, pide incentivar al intercambio de información y la investigación

científica, referidos a la diversidad biológica y a la utilización sostenible de sus componentes.

- **Ley N° 28611 (2005) Ley General del Ambiente**

En el artículo V menciona al principio de sostenibilidad, el cual dice que la gestión del ambiente y de sus componentes, se sustentan en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

En el principio de prevención indica que la gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental.

- **Ley N° 26821 (1997) Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales**

Tiene como objetivo promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona humana.

Del mismo modo se considera como recurso natural a todo componente de la naturaleza, susceptible de ser aprovechado por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tenga un valor actual o potencial en el mercado

- **Ley N° 27308 (2000) y su reglamento D.S. N° 014-2001-AG (2001) Ley Forestal y de Fauna Silvestre**

Contiene como enfoque ecosistémico que la gestión del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación se rige por el enfoque ecosistémico en el

marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica, entendido como una estrategia para el manejo integrado de las tierras, aguas y recursos vivos que promueve la conservación y uso sostenible en un modo equitativo. El cual busca comprender y gestionar los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, considerando los factores ambientales, ecológicos, económicos, socioculturales, la cosmovisión indígena y el ordenamiento territorial y la zonificación ecológica y económica.

- **Ley N° 29338 (2009) y su reglamento D.S. N°001-2010-AG (2010) Ley de Recursos Hídricos**

Tiene como principio de sostenibilidad que el Estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran.

- **Ley N° 26834 (1997) y su Reglamento D.S. N°038-2001-AG (2001) Ley de Áreas Naturales Protegidas**

La ley menciona que la Áreas Naturales Protegidas constituyen patrimonio de la Nación, además su condición natural debe ser mantenida a perpetuidad pudiendo permitirse el uso regulado del área y el aprovechamiento de recursos, o determinarse la restricción de los usos directos.

- **Ley N°30754 (2018) Ley Marco sobre Cambio Climático**

En su artículo N°03 menciona los enfoque para la gestión integral del cambio climático, como la mitigación y adaptación basada en ecosistemas, y proponer identificar e implementar acciones para la protección, manejo, conservación y restauración de ecosistemas, particularmente de los ecosistemas frágiles como ecosistemas marino costeros y de las área

naturales protegidas, a fin de asegurar que continúen prestando servicios ecosistémicos.

- **Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021 y su Plan de Acción 2014-2018 D.S. N° 009-2014-MINAM**

La Estrategia Nacional de Diversidad Biológica tiene como objetivos abordar las causas de la pérdida de diversidad biológica mediante la incorporación de la diversidad biológica en todos los ámbitos gubernamentales y de la sociedad. Asimismo, mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética. De igual forma menciona que otro de sus objetivos es el de reducir las presiones directas sobre la diversidad biológica y promover la utilización sostenible de estas.

- **Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú (2019)**

Esta política demarca en sus objetivos el logro de la conservación de los ecosistemas y procesos hidrológicos, la recuperación y protección de la calidad de los recursos hídricos en las fuentes naturales y sus ecosistemas así como la vigilancia y fiscalización de los agentes contaminantes de las fuentes naturales a nivel nacional, conjuntamente la promoción de la gestión integrada de los recursos hídricos con un enfoque de solidaridad y desarrollo sostenible, así como su valorización en un escenario de gobernabilidad y gobernanza hídrica.

- **Reglamento de Zonificación Ecológica Económica D.S. N° 087-2004-PCM**

Las categorías de uso como producto de la evaluación de las Unidades Ecológicas Económicas-UEE se identificarán las diversas opciones de uso

sostenible de dicho territorio. Una de las categorías de uso a utilizar en el proceso de ZEE son: las Zonas de protección y conservación ecológica, que incluye las Áreas Naturales Protegidas en concordancia con la legislación vigente, las tierras de protección en laderas; las áreas de humedales (pantanos, aguajales y cochas). Las cuales contienen un valor bio-ecológico que ameritan una estrategia especial para la conservación de la biodiversidad y/o de los procesos ecológicos esenciales.

2.6.2. Marco Internacional

- **Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar – Irán 1971), suscrita por el Perú el 28 de agosto de 1986 y aprobado mediante Resolución Legislativa N° 25353 del 23 de noviembre de 1991.**

La selección de los humedales deberá basarse en su importancia internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos. Primordialmente, se deberán incluir los humedales que tengan importancia internacional para las aves acuáticas en cualquier estación del año. Las partes contratantes deberán tomar las medidas necesarias para informarse lo antes posible acerca de las modificaciones de las condiciones ecológicas de los humedales y que se hayan producido o puedan producirse como consecuencia del desarrollo tecnológico, de la contaminación o de cualquier otra intervención del hombre. Estas modificaciones se transmitirán sin demora a la organización o al gobierno responsable de las funciones de la Oficina permanente. Además, las partes contratantes deberán fomentar la investigación e intercambio de datos y de publicaciones relativos a los humedales y a su flora y fauna.

- **Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, suscrita en 1992 y aprobada mediante Resolución Legislativa N° 26185 del 10 de mayo de 1993.**

En este convenio indican que las partes deberán tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos, especialmente en ecosistemas frágiles. La políticas propuestas y medidas deberán incluir todas las fuentes, sumideros y depósitos pertinentes de gases de efecto invernadero.

- **Protocolo para la conservación y administración de las áreas marinas y costeras protegidas del Pacífico Sudeste (Paipa –Colombia, 1989), ratificado mediante R.L. N°26536 del 2 de octubre de 1995.**

En las áreas protegidas, se establecerá una gestión ambiental integrada dentro de los siguientes lineamientos: Establecer un manejo de la fauna y flora, acorde con las características propias de las áreas protegidas; prohibir las actividades relacionadas con la exploración y explotación minera del suelo y subsuelo del área protegida; regular toda actividad científica, arqueológica o turística en dicha área; regular el comercio que afecte la fauna, la flora y su hábitat en el área protegida; prohibir cualquier actividad que pueda causar efectos adversos sobre las especies, ecosistemas o procesos biológicos que protegen tales áreas, así como sobre su carácter de patrimonio nacional: científico, ecológico, económico, histórico, cultural, arqueológico o turístico. Estas medidas serán tomadas para prevenir, reducir y controlar la contaminación y deterioro ambiental proveniente de cualquier fuente de actividad, esforzándose para armonizar sus políticas al respecto.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación está enmarcado en el diseño no experimental y de una sola medición, ya que no se pretende manipular ninguna variable. Los datos fueron acopiados directamente de la unidad de análisis para poder procesarlos, analizarlos y relacionarlos con su ambiente natural.

3.2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

El área de estudio está enmarcada en la laguna Iberia ubicada en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía, comprendido por los distritos Dean Valdivia y Mejía, Provincia de Islay, Región Arequipa – Perú, ubicada en las coordenadas geográficas $17^{\circ}07'09''$ y $17^{\circ}10'03''$ de latitud sur y $71^{\circ}49'49''$ y $71^{\circ}53'19''$ de longitud oeste.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1. Población:

La población está conformada por *Scirpus americanus* “Junco” que es la vegetación predominante que crece en los bordes de la laguna Iberia.

3.3.2. Muestra:

Fueron escogidos 12 sitios de muestreo de 1 m² cada uno, las ubicaciones de estos puntos fueron modificados según la facilidad de acceso hacia el juncal y tratando de hacer menos impacto posible al ecosistema.

3.3.3. Muestreo:

Para el muestreo se aplicará la técnica de muestreo sistemático sin estratificar, este tipo de muestreo se utiliza cuando las condiciones de accesibilidad al interior de cada estrato dificultan notablemente la ubicación de las muestras; sobre el modelo digital del terreno se trazará una malla. En cada intersección de las líneas de la malla se ubicaron los puntos de muestreo de 1 m² (plot).

3.4.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS

3.4.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA LAGUNAR Y DETERMINACIÓN DE PÉRDIDA DE ÁREA SUPERFICIAL EN LA LAGUNA IBERIA

3.4.1.1.Reconstrucción del área superficial de la laguna iberia

Con la finalidad de conocer los cambios acontecidos de características del SNLM desde su creación hasta el desarrollo de esta investigación, se tomó como base los mapas: Topografía Lagunas Iberia (1984) realizado por el MINAGRI, Santuario Nacional Lagunas de Mejía (1993) realizado por INRENA , Topografía del Santuario Nacional Lagunas de Mejía (2003) realizado por el MINAGRI y Zonificación del Santuario Nacional Laguna de Mejía realizadas por la Dirección del SNLM (2015); para conocer la variación de características de la laguna Iberia en cuanto a su área. Esta información fue llevada a al formato ArcGis, v. 10.3 y posteriormente fueron georeferenciados para poder elaborar los polígonos que representarán el área inicial de la laguna Iberia.

3.4.1.2. Determinación del área de los espejos lagunares

Utilizando el sistema de geoposicionamiento global (GPS), se efectuó recorridos en los bordes de la laguna Iberia haciendo el uso de un bote unipersonal y marcando el trayecto con un GPS Garmin Etrex 10; los datos obtenidos sirvieron para construir un modelo basado en un sistema de información geográfica (SIG). Los polígonos obtenidos en esa primera aproximación se capturaron en el programa ArcGis v. 10.3, como una capa de información del SIG, con las cuales se generó un modelo digital del terreno.

3.4.1.3. Comparación con datos elaborados

Con los datos obtenidos en los dos anteriores ítems, se realizó un mapa de comparación para conocer la pérdida de área superficial en la Laguna Iberia, y se determinó en metros cuadrados la reducción de área para los 4 años señalados.

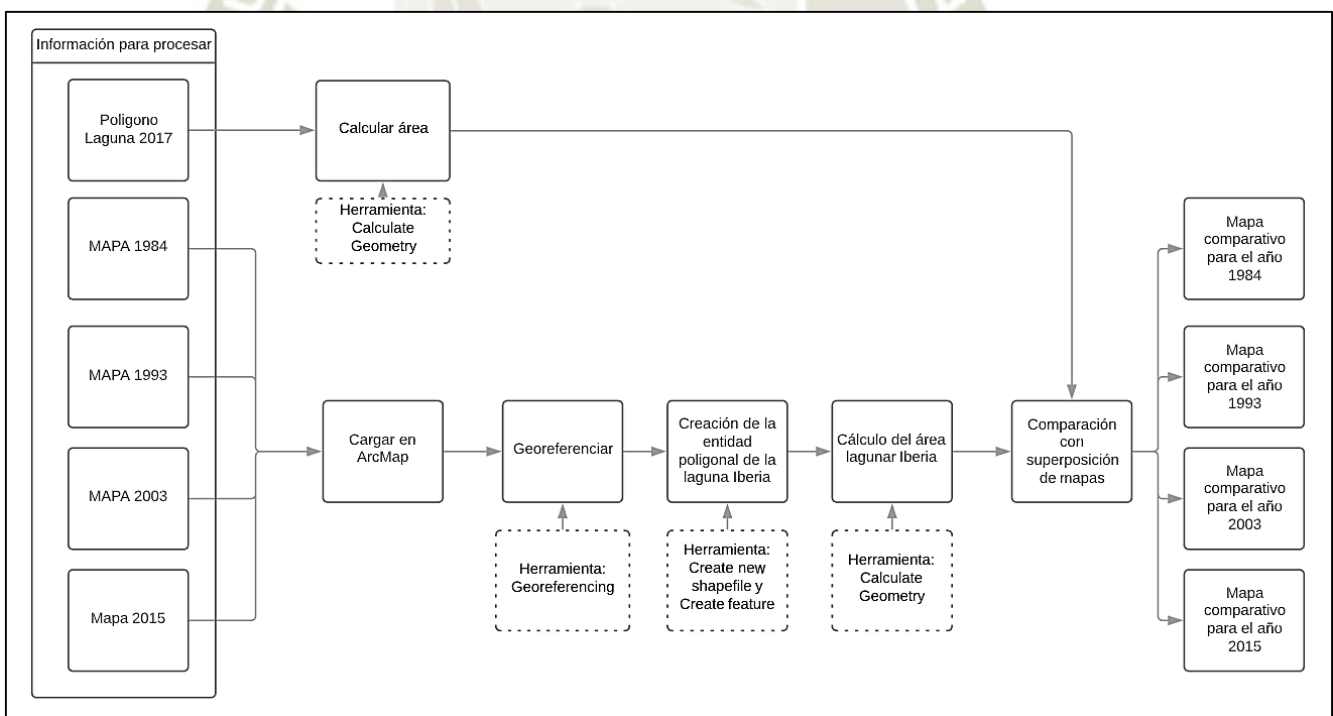


Figura N° 4: Cuadro de procedimiento para el desarrollo del mapa de comparación lagunar

Para la comparación lagunar se hizo uso de herramientas básica como Georeferencing y Create feature, los cuales permiten la creación de polígonos en base una un modelo cargado en el área de trabajo ArcMap, permitiendo el cálculo de área y la superposición de capas para la evaluación visual de los cambios en la laguna.

3.4.1.4. Procesamiento de imágenes ráster para cálculo del área lagunar

Se obtuvieron imágenes satelitales del servidor “Earth Explorer” del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) Para con la finalidad de obtener imágenes del satélite Landsat8 para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 para poder evaluar la dinámica del área superficial haciendo uso del Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI).

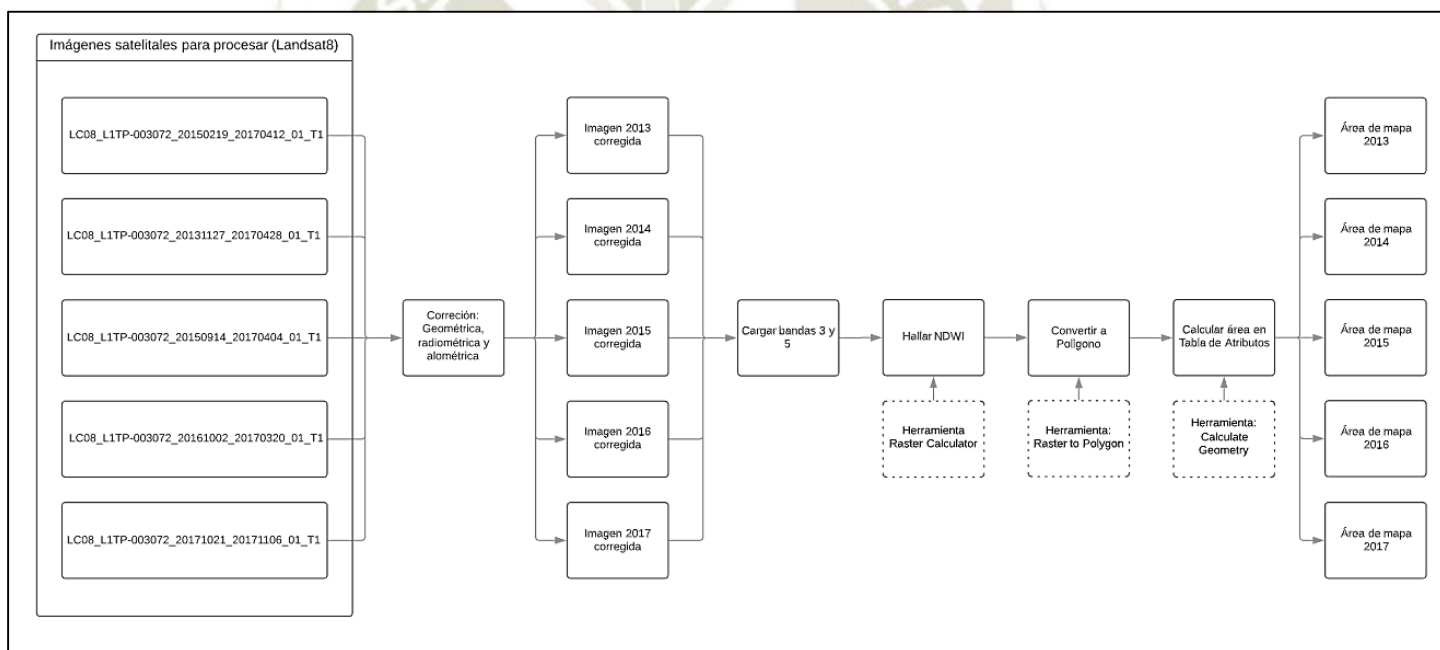


Figura N° 5: Cuadro de procedimiento para el desarrollo del mapa de cálculo de área lagunar en los últimos años.

Las imágenes satelitales provenientes de Landsat8, fueron previamente corregidas para la obtención más aproximada de las áreas lagunares, por lo cual se aplicó el índice de NDWI para posteriormente convertir el ráster en polígono.

El NDWI es un subíndice derivado del NDVI, el cual sirve para determinar la cantidad de agua, identificar masas de agua y zonas de elevada saturación de humedad presentes en las diferentes cubiertas de la superficie terrestre. La oscilación del índice está entre los valores de -1 a 1.

El NDWI se calculó usando la siguiente ecuación:

$$NDWI = \frac{B5 - B6}{B5 + B6}$$

Donde:

NIR corresponde a la banda 5 y SWIR corresponde a la banda 6. En la cual se aprecia que las zonas en color blanco representan zonas de mayor saturación hídrica superficial (Figura N°04) las cuales serán detalladas posteriormente por su tipo de cubierta correspondiente a su rango espectral.

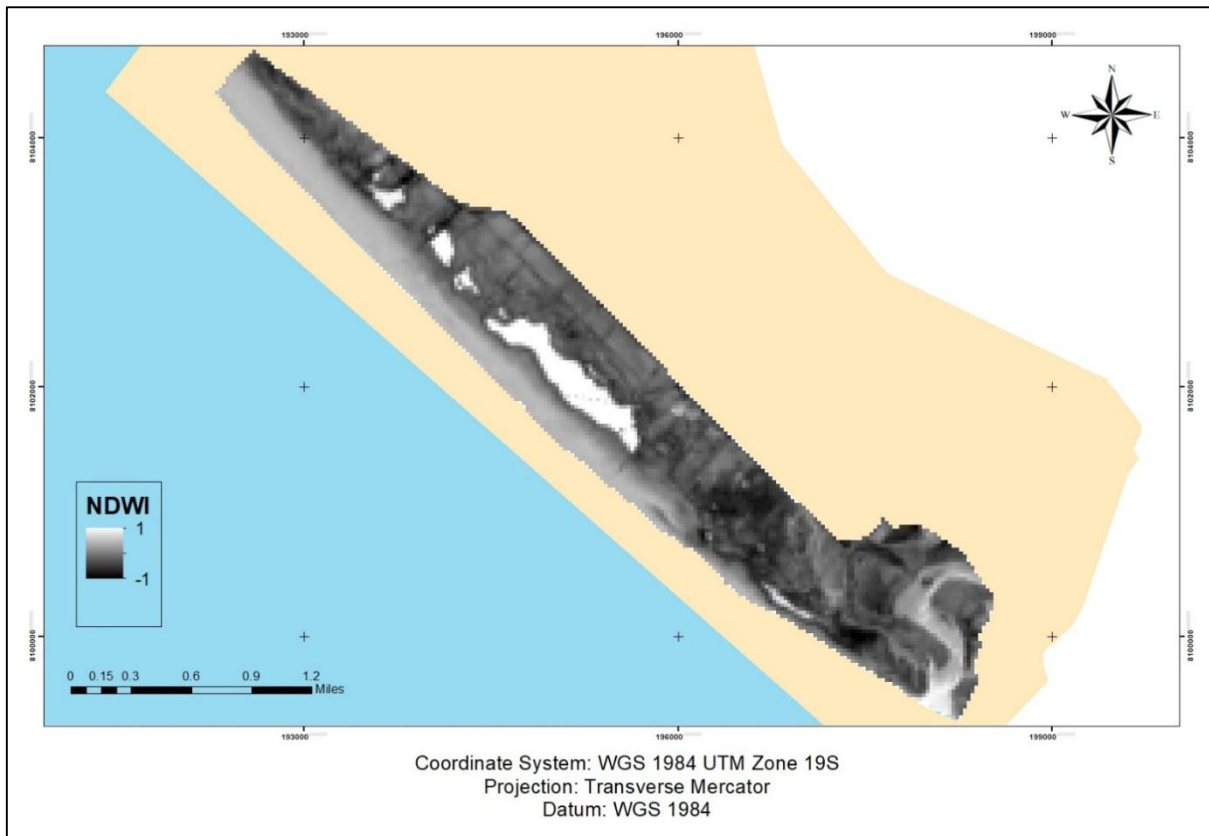


Figura N° 6: Obtención del índice de agua de diferencia normalizado (NDWI) en el 2017
Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Cálculo de volumen de la laguna Iberia

Para estimar la capacidad de almacenamiento de agua en la laguna Iberia, se realizó a través de métodos indirectos, para el cálculo fue necesario conocer la altitud mensual en las Miras de la laguna Iberia para ser usadas como cota de elevación y un modelo digital de elevación, las cuales fueron procesadas con las herramientas de ArcGIS 3D Analyst extensión. Para el cálculo del volumen de agua retenida y la superficie se usó la herramienta Volumen Polígono.

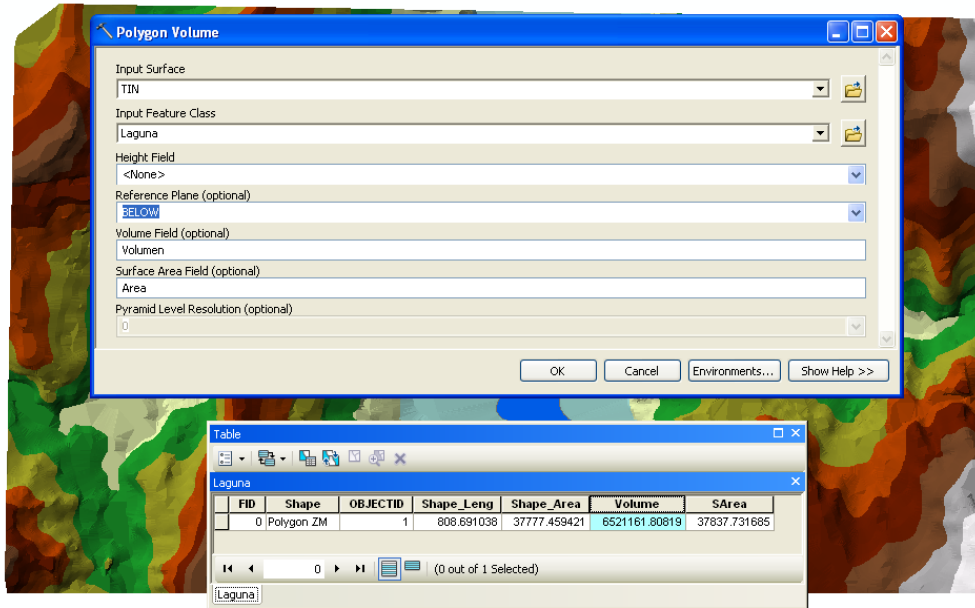


Figura N° 7: Herramienta Polygon Volume

El resultado se puede ver en la tabla de atributos del espejo poligonal de agua (perímetro de la laguna), la capacidad de almacenamiento se muestra en el volumen campo en metros cúbicos, este procedimiento se realizará para cada cota de elevación mensual, conociendo así el comportamiento del volumen acumulativo en la laguna Iberia.

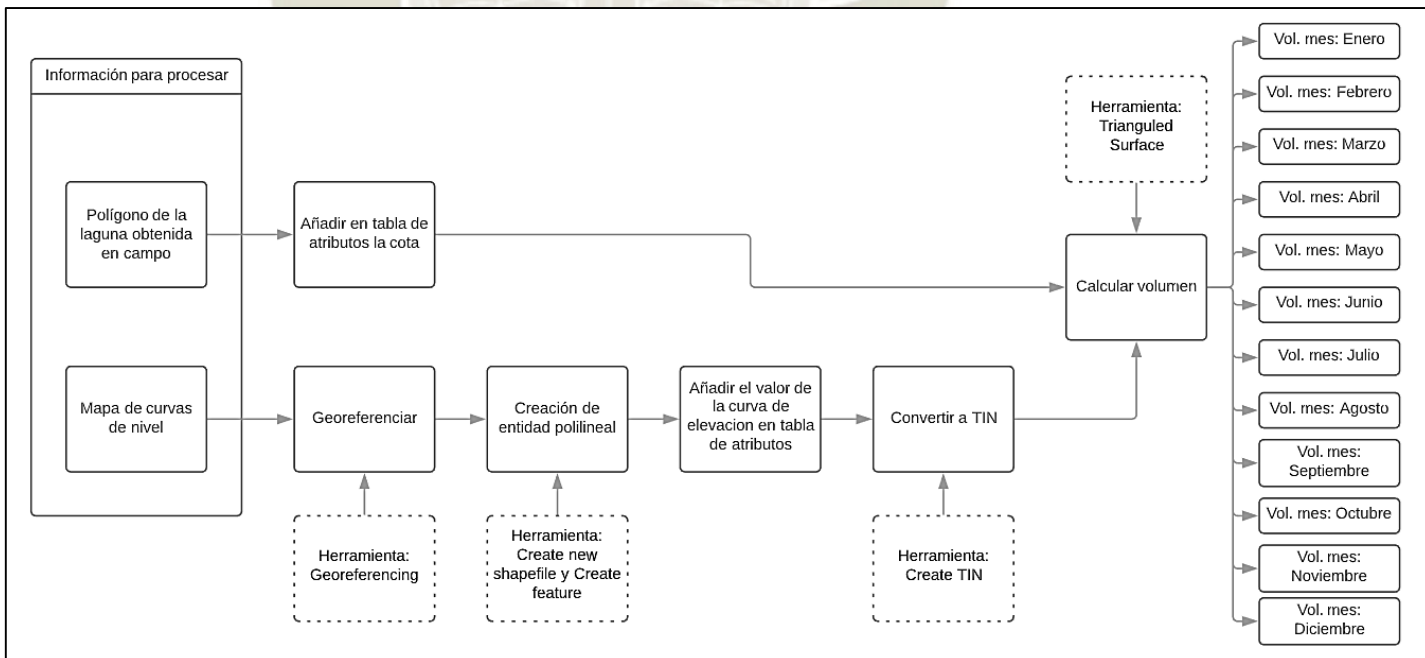


Figura N° 8: Cuadro de procedimiento para el desarrollo del mapa de cálculo de volumen de la laguna.

Las curvas de nivel permiten recrear un espacio en tercera dimensión para el cálculo del volumen de la laguna, el cual es demarcado con el polígono de la laguna Iberia obtenido en campo. El cálculo se hizo para todos los meses para obtener resultados que permita observar las variaciones de la cantidad de agua en la laguna Iberia.

3.4.3. ESTIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL, DENSIDAD Y BIOMASA DEL JUNCAL

3.4.3.1. Distribución espacial de la formación juncal

Con la utilización del sistema de geo posicionamiento global (GPS), se efectuó recorridos de reconocimiento terrestre en alrededores de la laguna Iberia con presencia de población juncal ideal para el corte e uso para los junqueros, para lo cual se hizo uso de pantaneras proporcionados por la dirección del SNLM. Los datos obtenidos del reconocimiento de campo sirvieron para construir un modelo basado en un sistema de información geográfica (SIG). Los polígonos obtenidos en esa primera aproximación se capturaron en el programa ArcGis v. 10.3, como una capa de información del SIG.

3.4.3.2. Cálculo de densidad y biomasa de junco

- Muestreo en campo

Con el propósito de minimizar la utilización del método destructivo al realizar el cálculo de la biomasa del junco, se utilizó el método de la cosecha para lo cual se usó un plot de 1m² con una abertura en una de los lados para facilitar el corte y recojo del junco, una vez colocado el cuadrante en el juncal, se procedió a cortar todos los tallos dentro del cuadrante con ayuda de la hoz; el corte se hizo por encima de los 10 cm del rizoma, los cuales fueron contabilizados, además se tomaron la medición de tamaño y diámetro,

posteriormente fueron analizadas en laboratorio. Este muestreo se realizó en 12 puntos alrededor de la laguna Iberia, 9 de ellos fueron ubicado al lado OESTE de la laguna (frente al mar) y 3 de ellos al lado este de la laguna, esto debido al difícil acceso por el lado ESTE. Las variables evaluadas fueron: materia seca; el contenido de materia seca de toda la planta se considerará biomasa para realizar la estimación del total de biomasa del junco.



Figura N° 9: Cuadrante con parcela cosechada.

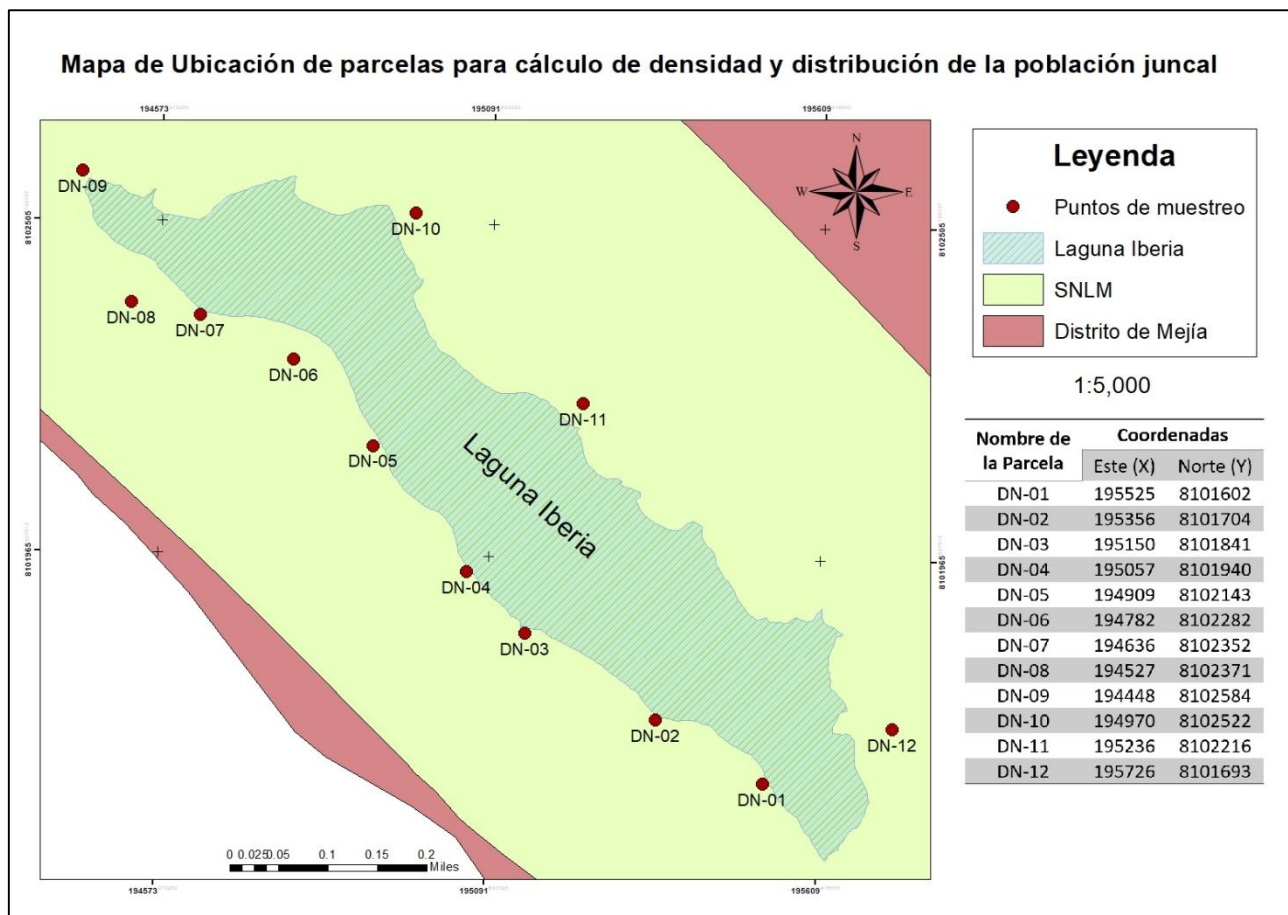


Figura N° 10: Mapa de ubicación de parcelas para cálculo de densidad y distribución de la población juncal
Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.3. Cálculo de Biomasa

Metodología en Laboratorio

El 10% de peso fresco de las 12 muestras se colocó en una bolsa de papel Craf para luego ser llevado a una estufa de 110°C por espacio de 24 horas y luego ser pesado en una balanza y así obtener el peso seco, esta metodología fue llevada a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Católica de Santa María.



Figura N° 11: Material extraído de las parcelas para el cálculo de control biomasa colocado en una estufa.

Posteriormente, se utilizó la siguiente fórmula (Rutgnitz, Chacon, & Porro, 2009), (Ministerio del Ambiente, 2009), (De la Cruz, 2010):

$$MS = \frac{PS}{PF} \times PFT$$

Donde:

MS = Materia seca de la muestra o biomasa (g/1m²).

PS = Peso seco de la sub-muestra llevada para la determinación del porcentaje de humedad (g).

PF = Peso de materia fresca de la sub-muestra llevada para la determinación del porcentaje de humedad (g).

PFT = Peso o materia fresca total de la muestra (g/1m²).

Determinación de la densidad y biomasa en el área juncal

Ya obtenidos los datos de biomasa, en cada sitio de muestreo se contó el número de plantas de junco encontrados, y posteriormente ambos datos fueron interpolados con el método de Spline (interpolación segmentaria) de ArcGis.

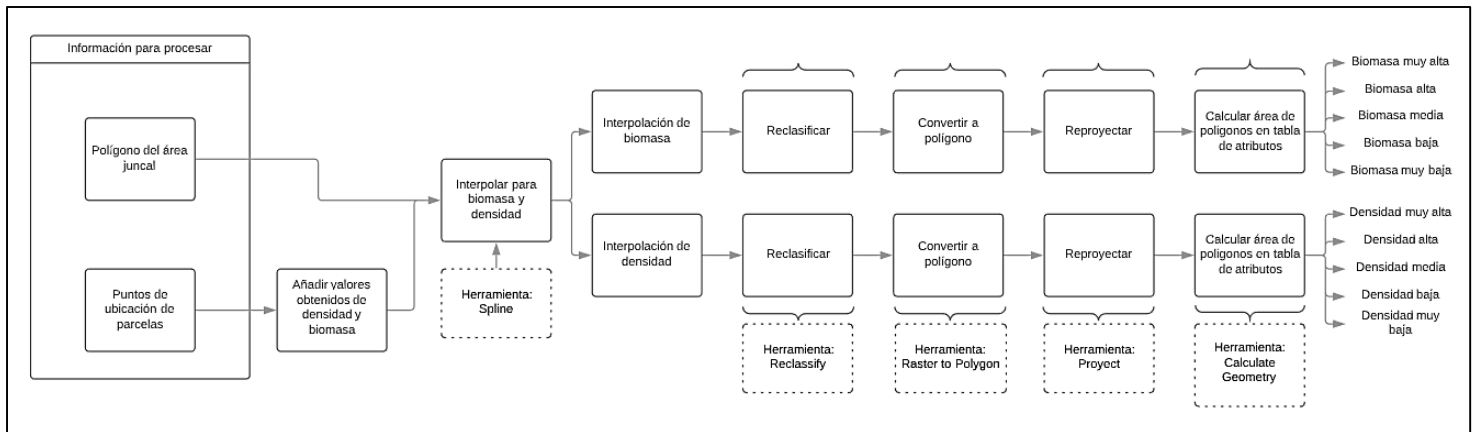


Figura N° 12: Cuadro de procedimiento para el desarrollo del mapa de cálculo del área de biomasa y densidad de la población juncal.

La capa obtenida de la interpolación fue llevada a la entidad poligonal para poder calcular el área perteneciente a cada una de las clasificaciones.

En la representación cartográfica de distribución espacial y abundancia del junco se utilizó el método de clasificación de datos de ArcView llamado Cuantil (Quantile). Los datos fueron agrupados en cinco categorías de abundancia del junco: abundancia muy alta, alta, media, baja y muy baja (Robles, 2008).

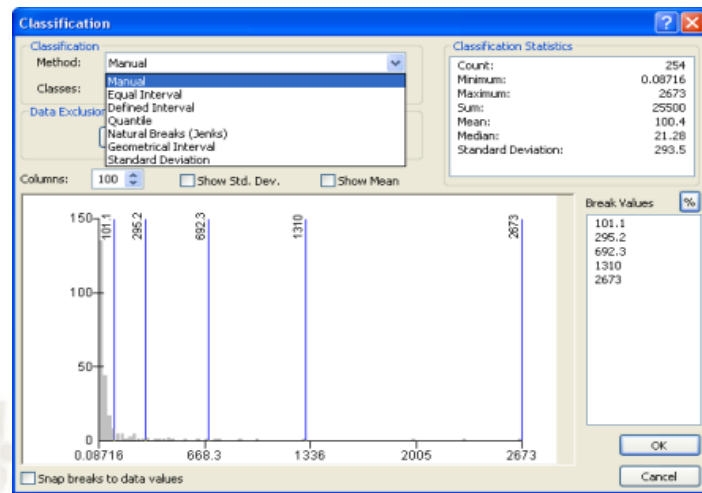


Figura N° 13: Método de clasificación Cuantil

3.4.4. ESTABLECIMIENTO DEL CRECIMIENTO DE JUNCO EN LA LAGUNA IBERIA

3.4.4.1. Cálculo de avance poblacional del junco en la zona lagunar

La metodología que se utilizó para el monitoreo del crecimiento hacia la laguna del *Scirpus americanus* “Junco” se realizó evaluando en 4 parcelas de 2 x 2 metros en el borde lagunar Iberia. Para la instalación de las parcelas primero se ubicó dos estacas de 2 metros dentro de la vegetación juncal haciendo el uso de un combo, luego se ingresó a la laguna con pantaneras para hacer la instalación de las otras dos estacas, finalizado se cercó con un alambre para delimitar el área de la parcela.

Las 4 parcelas fueron ubicadas como se muestra en la Figura N° 10, su distribución fue 3 parcelas en el lado oeste ya que hay una facilidad de acceso pedestre y por ser una zona inundada se puede encontrar una mayor población de junco, en tanto solo se ubicó una parcela en el lado este ya que el acceso es muy limitado y complejo, además por ser un área más seca donde la población de junco es mucho más reducida.

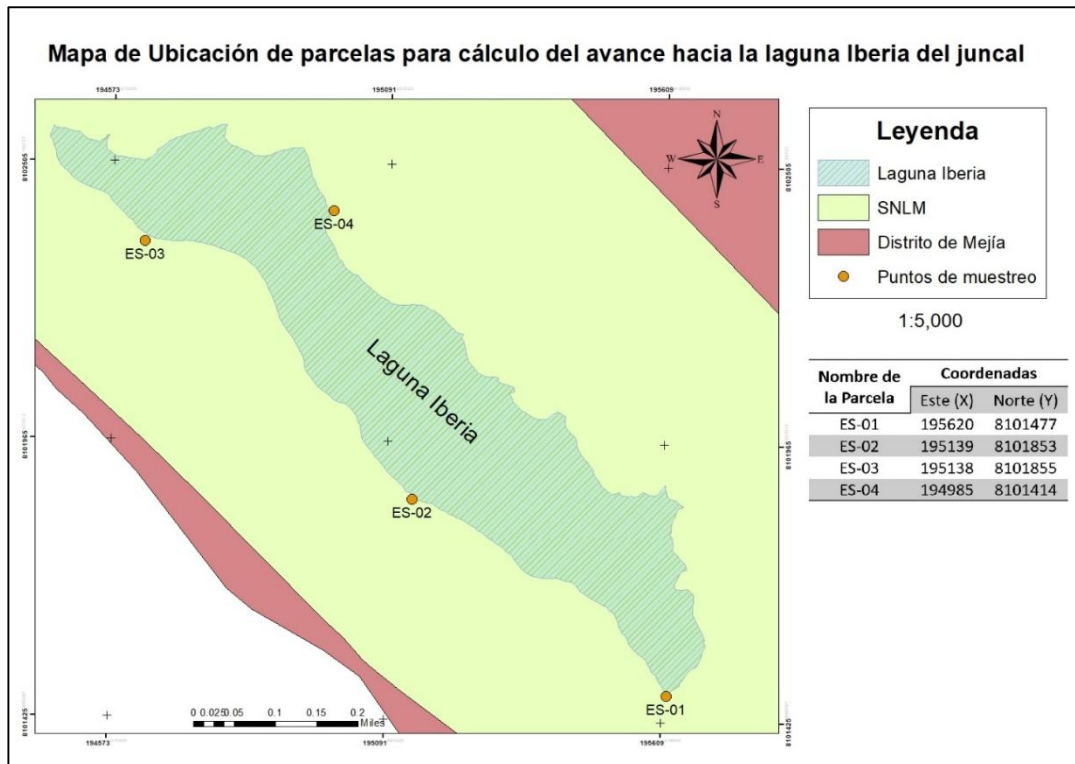


Figura N° 14: Mapa de Ubicación de parcelas para cálculo del avance del juncal hacia la laguna Iberia

La evaluación se realizó una vez al mes, durante 4 meses con los cuales se calculó el incremento de población de juncal en los bordes de la laguna. Esta evaluación consistió en contabilizar la aparición y desaparición de ramets en el cuadrante, además de medir el avance en cm de los ramets hacia la laguna.



Figura N° 15: Instalación de los cuadrantes en los bordes de la laguna Iberia

3.4.4.2. Evaluación del crecimiento longitudinal de ramets en alrededores de la laguna Iberia

Esta evaluación se realizó en dos puntos de muestreo en la zona terrestre ubicada alrededor de la laguna Iberia, uno punto de muestreo en la zona oeste (con gran población juncal y suelo húmedo) y el segundo punto de muestreo en la zona este (con poca población juncal y suelo seco). En cada punto de muestreo se realizó dos tipos de cosechas en parcelas de 0.5x0.5m como se muestra en la figura N°08, los cuales fueron: tallos aéreos y subterráneos (desde el rizoma), estas parcelas fueron evaluadas por 4 meses, en los que se contabilizó la cantidad de ramets en crecimiento y el promedio de tamaño de estos.

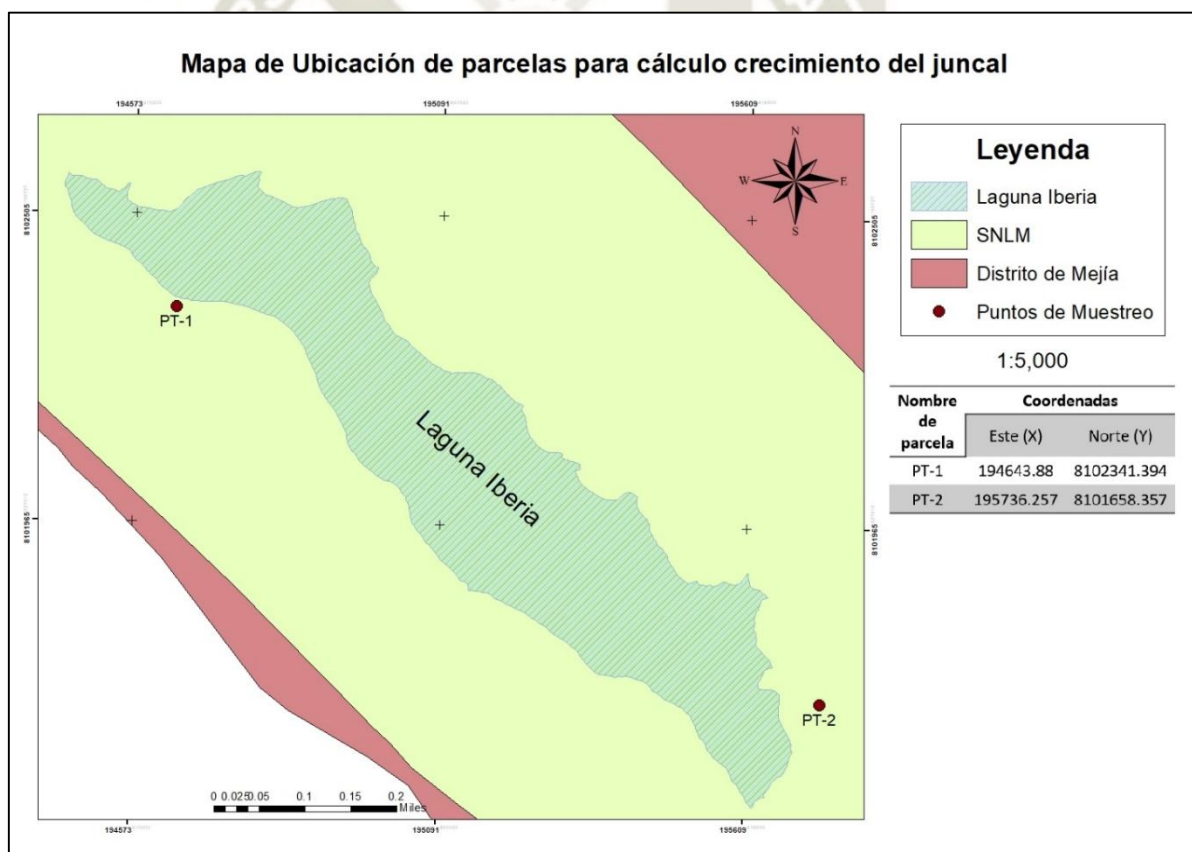


Figura N° 16: Mapa de ubicación de parcelas para cálculo de crecimiento del juncal.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 17: Instalación de la parcela en la zona sur de la laguna Iberia, para el control del crecimiento del junco.

3.4.5. EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE *Scirpus Americanus* “JUNCO” EN LA SUPERFICIE DEL ESPEJO LAGUNAR IBERIA.

3.4.5.1. Evaluación De Parámetros Físicoquímicos de La Laguna Iberia

Muestreo físicoquímico

Las muestras fueron colectadas por la empresa Southern Copper Corporation Perú, como parte de su compromiso con el SNLM, este monitoreo se realiza mensualmente siendo los datos de la ubicación del muestreo en la laguna Iberia los siguientes:

Código Estación de muestreo:	VT-1-2C
Coordenadas UTM:	8102716 N 194823 E Zona 19K
Altitud:	15 m.s.n.m.

Los parámetros establecidos para el monitoreo fueron:

-Parámetros de Medición de Campo

Los parámetros de campo medidos fueron: Nivel, Conductividad, Oxígeno Disuelto, pH, Salinidad, Temperatura y Turbiedad. Dichos parámetros fueron analizados in situ por personal del Laboratorio de Servicios Ambientales basado en las referencias internacionales del Standard Methods de la APHA, sección 1060 y métodos USEPA sección 1669 y el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos superficiales, R. J. 010-2016-ANA.

-Parámetros determinados en el Laboratorio

El Laboratorio de Servicios Ambientales de Southern Copper Peru realizó el análisis de las muestras de agua del presente estudio. Las metodologías analíticas para la determinación de los parámetros de calidad de agua, metales y microbiológicos se basan en referencias internacionales del Standard Methods de la APHA, métodos ASTM y métodos USEPA.

Calidad de agua. - Aceites y Grasas, alcalinidad, Dureza, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos disueltos totales, Sólidos Suspendidos Totales, Cianuro WAD, Fluoruros, Fósforo soluble y Fósforo total, Nitratos, Nitritos, Sílice soluble y Sulfatos.

Metales. - Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Cromo hexavalente, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio y Zinc.

Microbiológico. - Coliformes totales y fecales (termotolerantes).

3.4.5.2. Análisis de la información del crecimiento horizontal y longitudinal del junco

Para el análisis de la información del crecimiento horizontal del junco en la Laguna Iberia se utilizará estadística descriptiva por medio de tablas y cuadros que nos permitan comparar los resultados de forma visual.

Además, se estará utilizando un análisis mediante la T de Student con el objetivo de establecer las diferencias existentes entre el desarrollo del junco para las zonas de la laguna (húmeda y seca), además del tipo de corte y su influencia en el crecimiento.

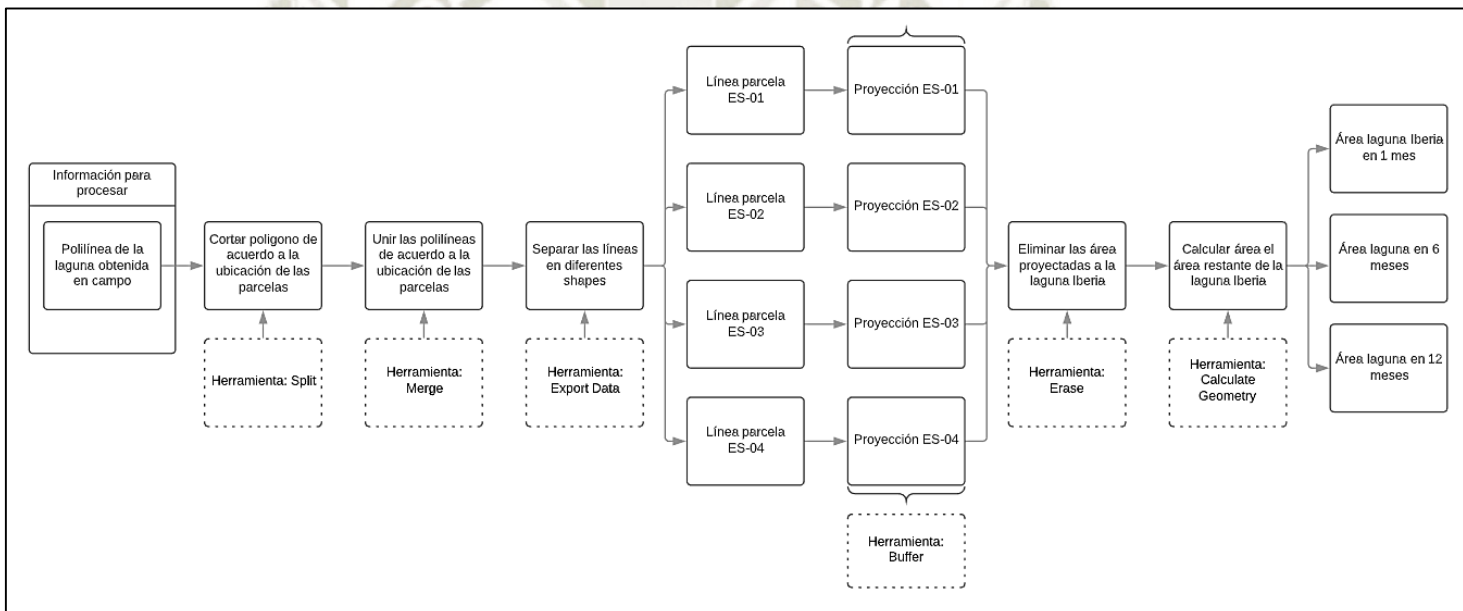


Figura N° 18: Cuadro de procedimiento para el desarrollo del mapa para el análisis de la influencia del crecimiento juncal en la laguna Iberia.

Las áreas proyectadas para 1 mes, 6 meses y 12 meses, son resultado de la evaluación por zonas de ubicación de las parcelas, esto debido a que no toda el área lagunar contiene las mismas condiciones de desarrollo y expansión de la población juncal, en especial en la zona seca, donde no tiene las mismas condiciones que el resto del área. La proyección se

realizó por zonas y al final fueron unidas para poder ser sustraídas del área inicial de la laguna Iberia.

3.5.MATERIALES Y EQUIPOS

- Instrumentación y equipo
- GPS Garmin Etrex 10
- Pantaneras (overoles con botas impermeables)
- 16 estacas de madera de 2m
- Alambre 32m
- Pabilo
- Comba
- Cinta métrica de 10 Metros Stanley
- Cuadrante de PVC
- 16 estacas de carrizo de 1m
- Hoz marca Pajarita
- Pliegues de plástico y costalillos
- Papel craft
- Balanza electrónica OHAUS rango de pesaje de 0 a 200 kg, precisión \pm 0.5gr
- Estufa Selecta
- Arcgis v. 10.3 (ESRI)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.DETERMINACIÓN ÁREA DEL ESPEJO LAGUNAR IBERIA Y PÉRDIDA ESPACIO TEMPORAL DE ÁREA SUPERFICIAL.

4.1.1. Reconstrucción del área superficial en la laguna iberia y comparación con los datos obtenidos.

Con el uso del sistema de geoposicionamiento global (GPS) se obtuvo el área superficial para el año 2017, el cual fue llevado al área de trabajo de ArcMap y fue comparado visualmente con el área de las lagunas para los años 1984, 1993, 2003 y 2015. Posteriormente se calculó el área de cada una de estos polígonos obtenidos para conocer como ha sido su evolución hasta el año de estudio. Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 4: *Reducción de la Laguna Iberia. 1984 - 2015*

Área Superficial en el año 2017		318180.06 m ²
Año	Área superficial Lagunar (m ²)	Porcentaje del área superficial en el 2017
1984	939839.01	33.85%
1993	800829.29	39.73%
2003	439791.03	72.35%
2015	372280.03	85.47%

Nota: Elaboración propia

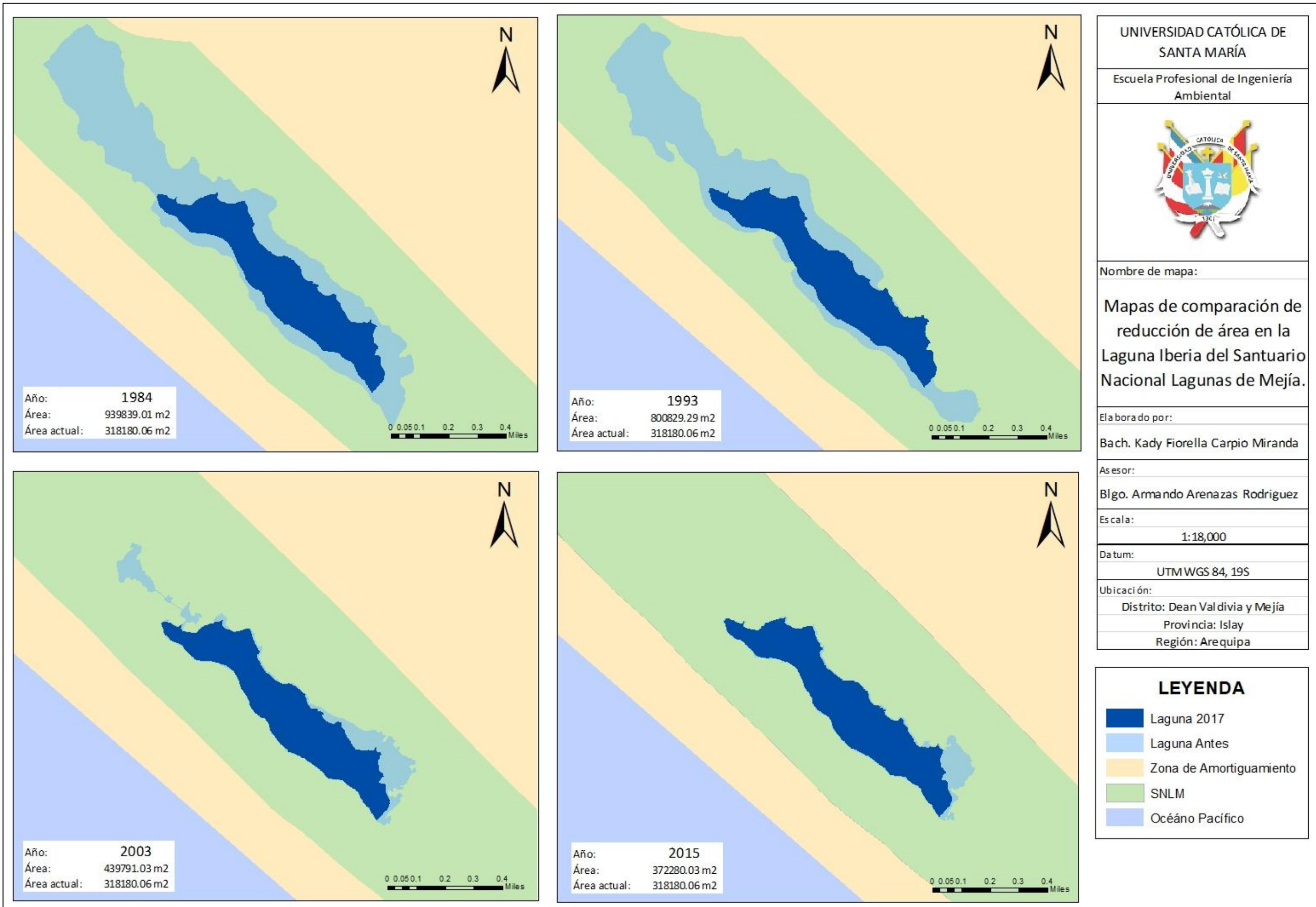


Figura N° 19: Mapa de comparación de reducción del área en la Laguna Iberia

4.1.2. PROCESAMIENTO DE IMÁGENES RÁSTER PARA CÁLCULO DEL ÁREA LAGUNAR

Se obtuvieron 5 escenas provenientes del satélite Landsat 8, de las cuales se obtuvieron imágenes con un mínimo de nubosidad equivalente al 25.96% y un máximo de nubosidad equivalente a 34.69%, para los casos el área de estudio en los años 2013, 2015, 2016 y 2017 no son afectados por la nubosidad, en el caso del año 2014 se tomó una imagen del 2015 ya que es la más cercana a la temporada de estudio, el resumen de las escenas descargadas, su identificador, fecha de toma de la imagen y cobertura de nubes en porcentaje se visualiza en la Tabla N°05.

Tabla N° 5: *Imágenes del satélite Landsat 8 sin nubosidad en el área del SNLM*

N°	ID de la escena	Fecha de la imagen (mm/dd/yyyy)	Cobertura de nubes (%)
1	LC08_L1TP_003072_20131127_20170428_01_T1	11/27/2013	28.96
2	LC08_L1TP_003072_20150218_20170412_01_T1	02/18/2015*	34.69
3	LC08_L1TP_003072_20150914_20170404_01_T1	09/14/2015	27.35
4	LC08_L1TP_003072_20161002_20170320_01_T1	10/02/2016	25.96
5	LC08_L1TP_003072_20171021_20171106_01_T1	10/21/2017	33.50

Nota Elaboración propia
*

Utilizando las bandas de estas imágenes satelitales y con el Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI) se pudo identificar el área lagunar Iberia, para poder conocer su variación de área superficial durante 5 años y poder realizar una proyección de reducción de área.

Para poder identificar estas potenciales zonas húmedas o cuerpos de agua se contó con las bandas multispectrales y la sistemática de trabajo se basa en primera instancia en un análisis visual obtenido con el uso de las habituales funciones de álgebra de mapas

(fórmula ya presentada), que a partir de un análisis específico permite delimitar cada una de las cubiertas en torno a sus valores espectrales a fin de ubicar todos los potenciales valores decimales que definan un material. El resultado con mayor valor para poder obtener los cuerpos de agua fue dando una clasificación de datos en tres grandes grupos, este criterio se tomó a partir de la comparación del área obtenida en campo y el área obtenida haciendo uso del NDWI para el año 2017, los cuales son:

0.012 <NDWI< 1.00 Cuerpos de agua

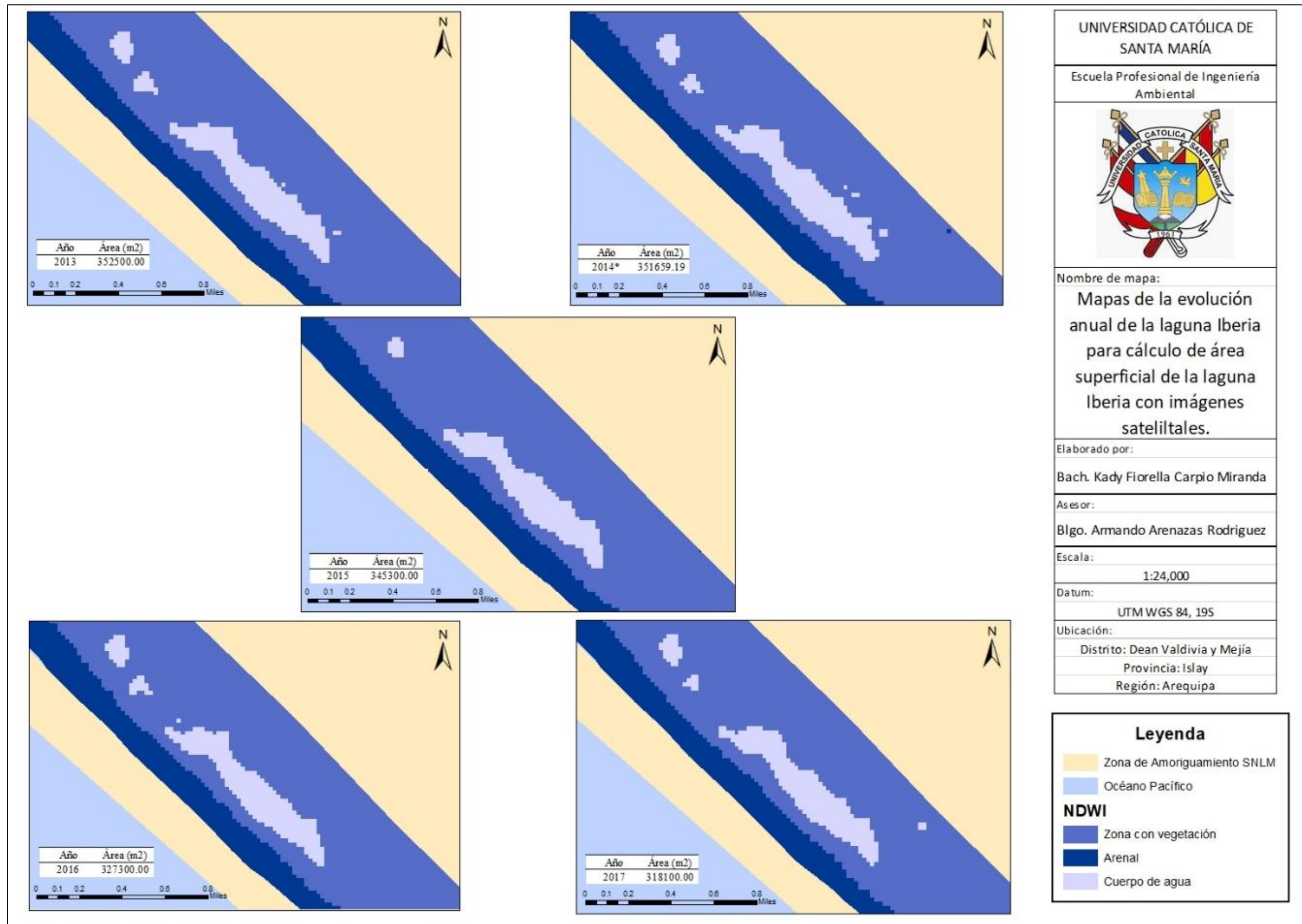
-0.098 <NDWI< 0.012 Arenal

-1.00 <NDWI< - 0.098 Zona con Vegetación

Tabla N° 6: *Falso color RGB para la clasificación de materiales en NDWI.*


Tipo de cubierta	Colores RGB		
	R	G	B
Zona con vegetación	228	58	79
Arenal	217	100	58
Cuerpos de Agua	240	16	100

Nota: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Nombre de mapa:
Mapas de la evolución anual de la laguna Iberia para cálculo de área superficial de la laguna Iberia con imágenes satelitales.

Elaborado por:
Bach. Kady Fiorella Carpio Miranda

Asesor:
Blgo. Armando Arenazas Rodriguez

Escala:
1:24,000

Datum:
UTM WGS 84, 19S

Ubicación:
Distrito: Dean Valdivia y Mejía
Provincia: Islay
Región: Arequipa

Figura N° 20: Mapa de la evolución anual de la Laguna Iberia obtenido con el Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)

Para calcular el área de la laguna Iberia se hizo uso de la herramienta Raster to Polygon, el cual se aplicó para los 5 años señalados. Con lo cual se obtuvieron los datos presentados en la siguiente tabla:

Tabla N° 7: *Evolución anual del Área Lagunar, 2013 – 2017*

Año	Área (m2)
2013	352500,00
2014*	351659,19
2015	345300,00
2016	327300,00
2017	318100,00

Nota: Elaboración propia en base a imágenes satelitales Landsat8
*El año 2014 se estimó utilizando datos de la fecha más cercana (18/02/2015) debido a problemas con la imagen satelital de ese año.

La apreciación de la Tabla N° 7 permite conocer como ha sido la evolución del área superficial de la Laguna Iberia, así como también conocer que entre el año 2013 y 2017 hubo una pérdida de 34 400 m² del área lagunar; evidenciando así una pérdida significativa.

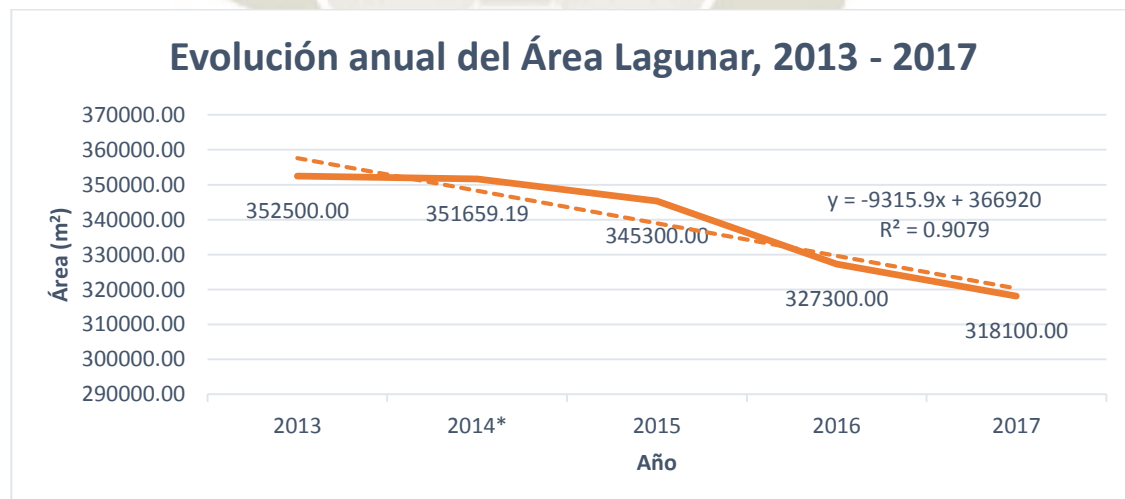


Gráfico N° 1: Evolución anual de la superficie de la Laguna Iberia

El Gráfico N°1 se obtuvo un coeficiente de determinación con valor de 0.9079, lo cual indica que la ecuación obtenida es competente para realizar una proyección a cualquier

tiempo solicitado, por lo tanto, utilizando los datos históricos ya obtenidos se realizó una proyección hasta el año 2020 y los resultados se muestran en la Tabla N°08 y Gráfico N° 2:

Tabla 8: Valores obtenidos del área superficial de la Laguna Iberia hacia el año 2020.

Tabla N° 8: *Proyección anual del Área Lagunar, 2013 - 2017*

Año	Área (m ²)
2013	352500,00
2014*	351659,19
2015	345300,00
2016	327300,00
2017	318100,00
2018**	311024,60
2019**	301708,70
2020**	292392,80

Nota: Elaboración propia en base a imágenes satelitales Landsat8.

*El año 2014 se estimó utilizando datos de la fecha más cercana (18/02/2015).

** Los datos fueron estimados utilizando el histórico de años anteriores.

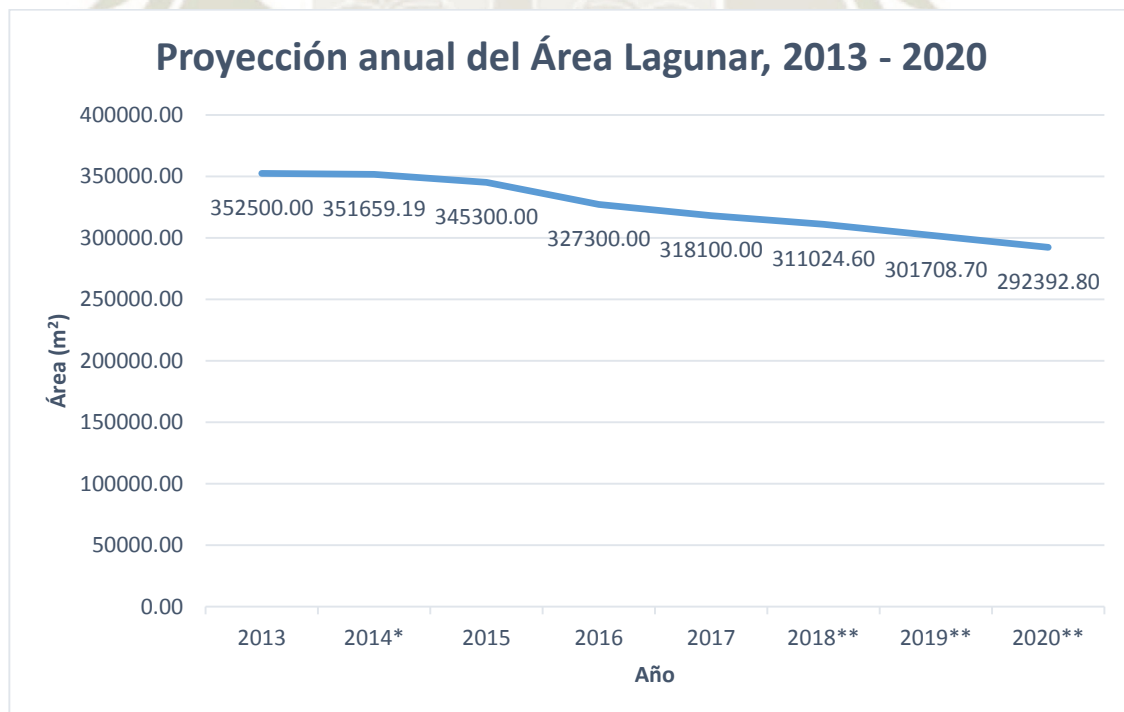


Gráfico N° 2: Evolución anual de la superficie de la Laguna Iberia

Como se en el gráfico N°2, para el año 2020 la superficial del área lagunar Iberia podría reducirse a 292392.80 m², siendo un 8.08% el porcentaje que podría perderse del área de la laguna en el 2017

4.1.3. CÁLCULO DE VOLUMEN DE LA LAGUNA IBERIA

Para hallar el valor del volumen mensual de la Laguna Iberia se usó el promedio de altura de la laguna en su zona sur, debido a que esta es la más profunda y representativa. Esto se realizó aplicado a todos los meses del año para poder evaluar la dinámica de volumen tanto en época de avenida y estiaje, enfocándonos en el de estiaje ya que esta es la temporada en la que se realizó la investigación.

Tabla N° 9: *Valores de cota mensual del año 2017*

MES	Promedio de altura de Miras en la Laguna Iberia, zona Sur (m)	Cota a usar para cálculo de volumen*
Enero	1.89	1.39
Febrero	2.02	1.52
Marzo	2.16	1.66
Abril	2.15	1.65
Mayo	1.96	1.46
Junio	1.84	1.34
Julio	1.85	1.35
Agosto	1.89	1.39
Septiembre	1.90	1.40
Octubre	1.89	1.39
Noviembre	1.86	1.36
Diciembre	1.81	1.31

Nota: Elaboración propia.

*Los valores promedio de las Miras obtenidas fueron restados por 0.5m, este valor es la altura de la colmatación en la laguna (OEFA, 2016).

Seguidamente, las curvas de nivel fueron convertidas a redes irregulares de triángulos (TIN) que son un medio digital para representar la morfología de la superficie, y haciendo uso de la herramienta de Superficies triangulares se procesó para hallar el volumen de la laguna con la cota obtenida para todos los meses del año 2017.

Tabla N° 10: *Evolución mensual del Volumen de Agua Lagunar, año 2017.*

Mes	Volumen (m ³)
Enero	81043.590
Febrero	122232.32
Marzo	166776.83
Abril	163595.03
Mayo	103169.86
Junio	65422.46
Julio	68528.06
Agosto	77903.40
Setiembre	84190.14
Octubre	81043.59
Noviembre	71644.51
Diciembre	56181.69

Nota: Elaboración Propia

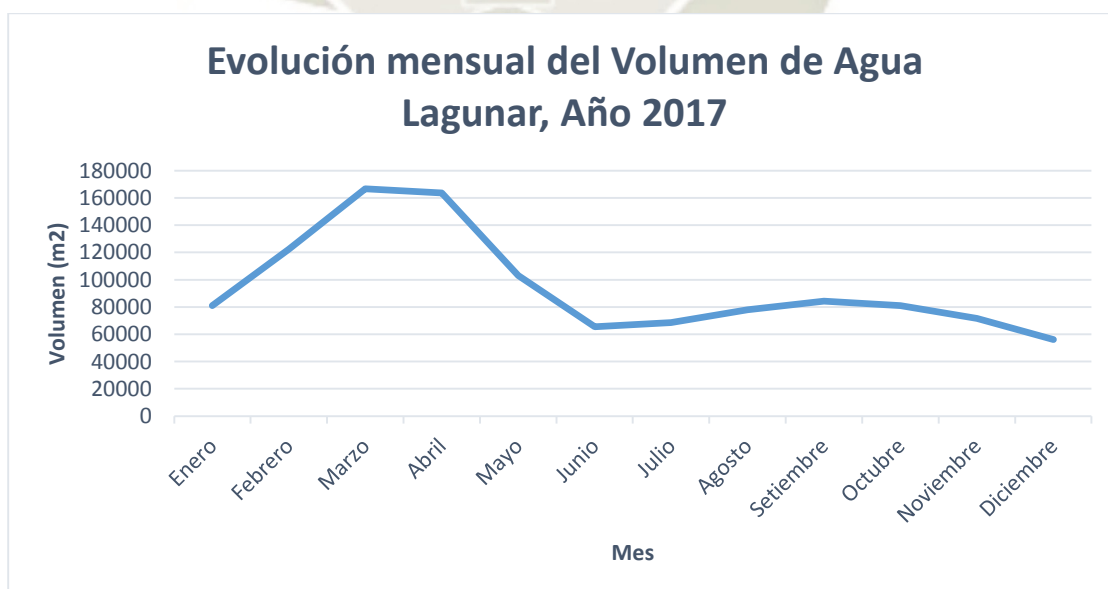


Gráfico N° 3: Evolución mensual del volumen de agua en la Laguna Iberia.

Como se evidencia en el Gráfico N°3, en los meses de enero a mayo que pertenecen a la época de avenida, el volumen de incrementa hasta llegar a un máximo de $166\,776.83\text{m}^3$, en los meses de junio a diciembre perteneciente a la época de estiaje el volumen de agua baja drásticamente hasta alcanzar un valor mínimo de $56\,181.69\text{m}^3$. Además, se observa un ligero incremento de volumen de agua entre los meses de agosto y noviembre. Esto se debe a las precipitaciones existentes (Anexo 14) las cuales podrían estar intercediendo en el efecto de crecida de volumen en época de estiaje.

Los valores obtenidos no podrían ser considerados significativos, ya que la laguna Iberia es un sistema regulado por un sistema de compuertas las cuales llevan caudales de agua provenientes de las áreas agrícolas cercanas, el cual no posee con la cuantificación del volumen entrante hacia la laguna.

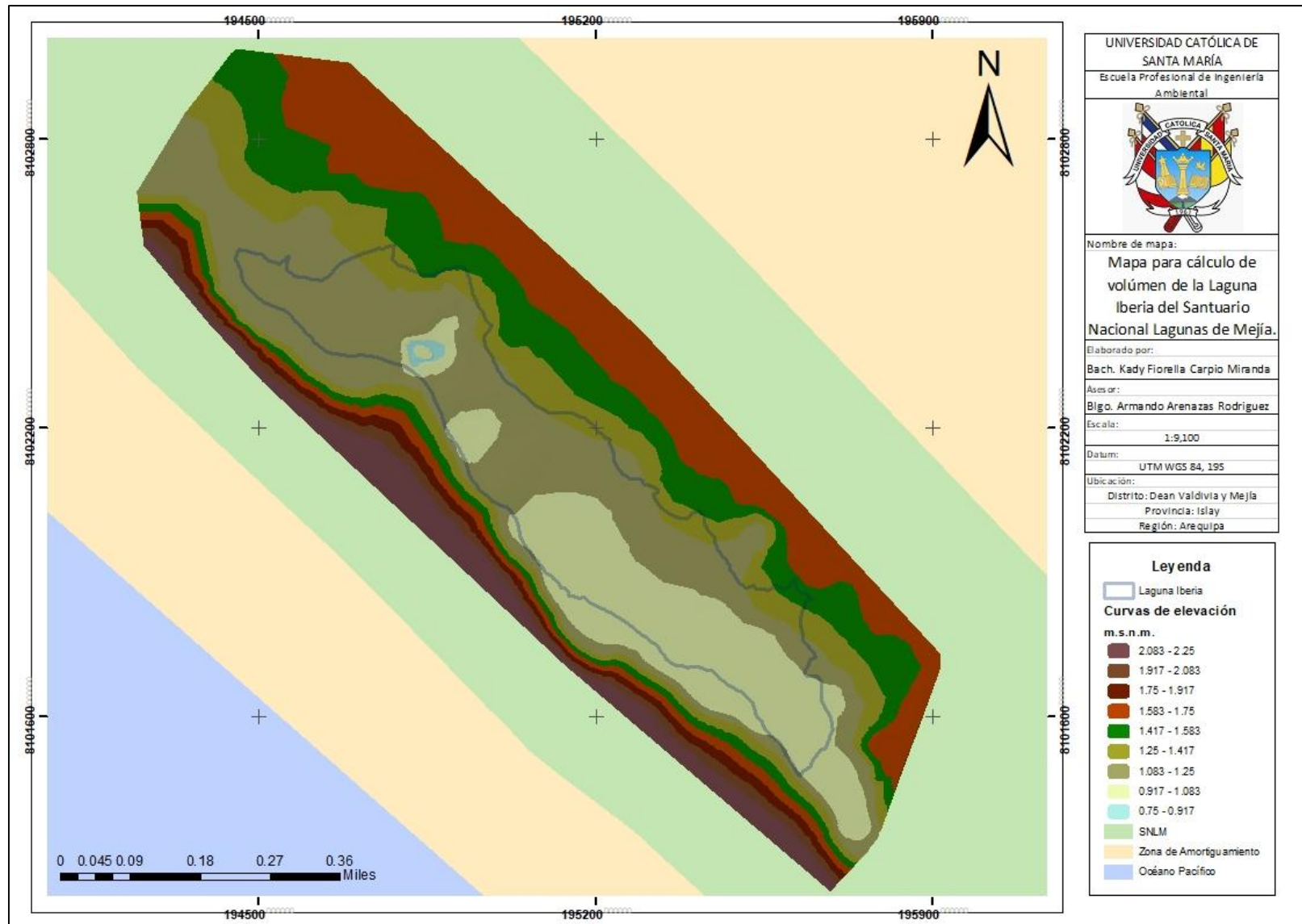


Figura N° 21: Mapa de curvas de elevación de la Laguna Iberia

4.2. ESTIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL, DENSIDAD Y BIOMASA DE LA COBERTURA DE *Scirpus americanus* “JUNCO”.

4.2.1. Establecimiento Del Área Lagunar y La Distribución Espacial Del Juncal

4.2.1.1. Determinación del área juncal en alrededores de la laguna Iberia

La delimitación del área juncal apta para corte en alrededores de la laguna Iberia resultó con un área de 138 017.65m², el área obtenida representa la zona en la que puede desarrollarse la actividad de corte de junco y además simboliza el espacio donde el junco efectúa su función ecológica como la de fijación de carbono y creando zonas de reproducción de aves (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2001).

Este resultado fue llevado a formato a Sistemas de Información Geográfica para poder realizar los cálculos de zonificación de biomasa y densidad del junco.

4.2.1.2. Cálculo de Biomasa de las parcelas instaladas

En la tabla N°11 se muestran los resultados obtenidos de biomasa en la zona juncal de la laguna Iberia, notándose así que en las parcelas cosechadas P-6, P-7, P-8 y P-9 contienen mayor cantidad de biomasa en comparación a las otras parcelas, además pertenecen a la zona húmeda del juncal y además son influenciadas por la actividad de la cosecha de junco continuo.

Tabla N° 11: *Cantidad de biomasa parcelas pertenecientes a la zona juncal de la laguna Iberia.*

	Unidad	Biomasa
P-1	g	2894.36
P-2	g	983.62
P-3	g	1524.62
P-4	g	2718.43
P-5	g	1542.47
P-6	g	4341.30
P-7	g	2857.42
P-8	g	6517.40
P-9	g	4328.50
P-10	g	1501.72
P-11	g	1193.37
P-12	g	1081.99

Nota: Elaboración propia

4.2.1.3. Distribución espacial de la formación juncal y determinación de la densidad y biomasa

En campo, se contó la cantidad de ramets de cada una de las 12 parcelas cosechadas, que posteriormente fueron usados para el cálculo de densidad, notándose nuevamente que las parcelas cosechadas P-6, P-7, P-8 y P-9 contienen los mayores valores de cantidad de ramets de junco, y observándose también que en las parcelas P-10, P-11 y P12 pertenecientes a la zona seca del área juncal existiría competencia espacial con otras especies como la grama salada (*Distichlis spicata*) y salicornia (*Salicornia fruticosa*), las cuales estarían generando la reducción de población juncal (Linares, Galeano, Garcia, & Figueroa, 2008).

Tabla N° 12: *Cantidad de ramets de junco en las parcelas pertenecientes a la zona juncal de la laguna Iberia.*

Cantidad de ramets	
P-1	2113
P-2	1548
P-3	1745
P-4	2535
P-5	1829
P-6	2587
P-7	2595
P-8	3456
P-9	2699
P-10	1658
P-11	1704
P-12	1457

Nota: Elaboración propia

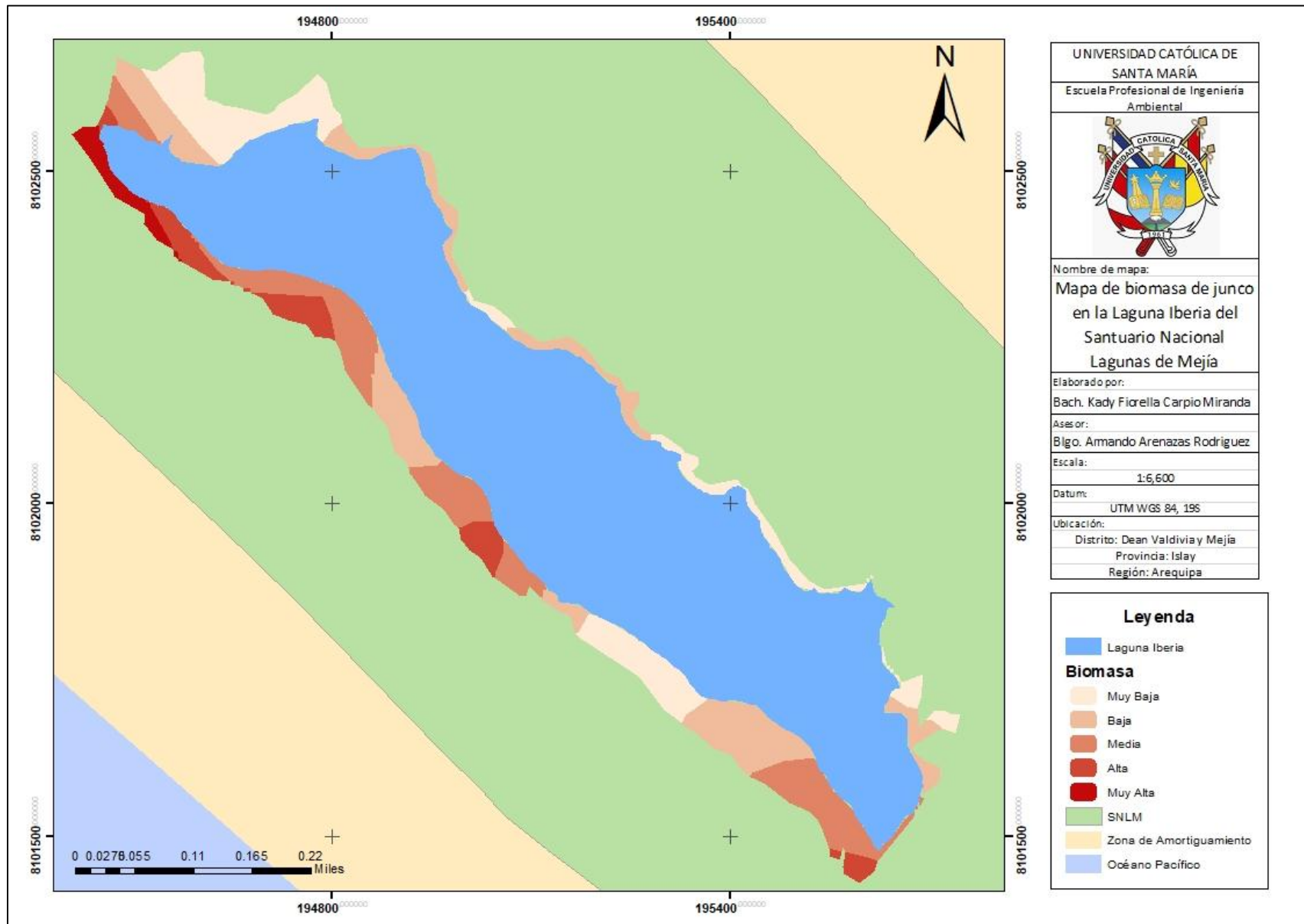


Figura N° 22: Mapa de distribución espacial de la biomasa en la laguna Iberia

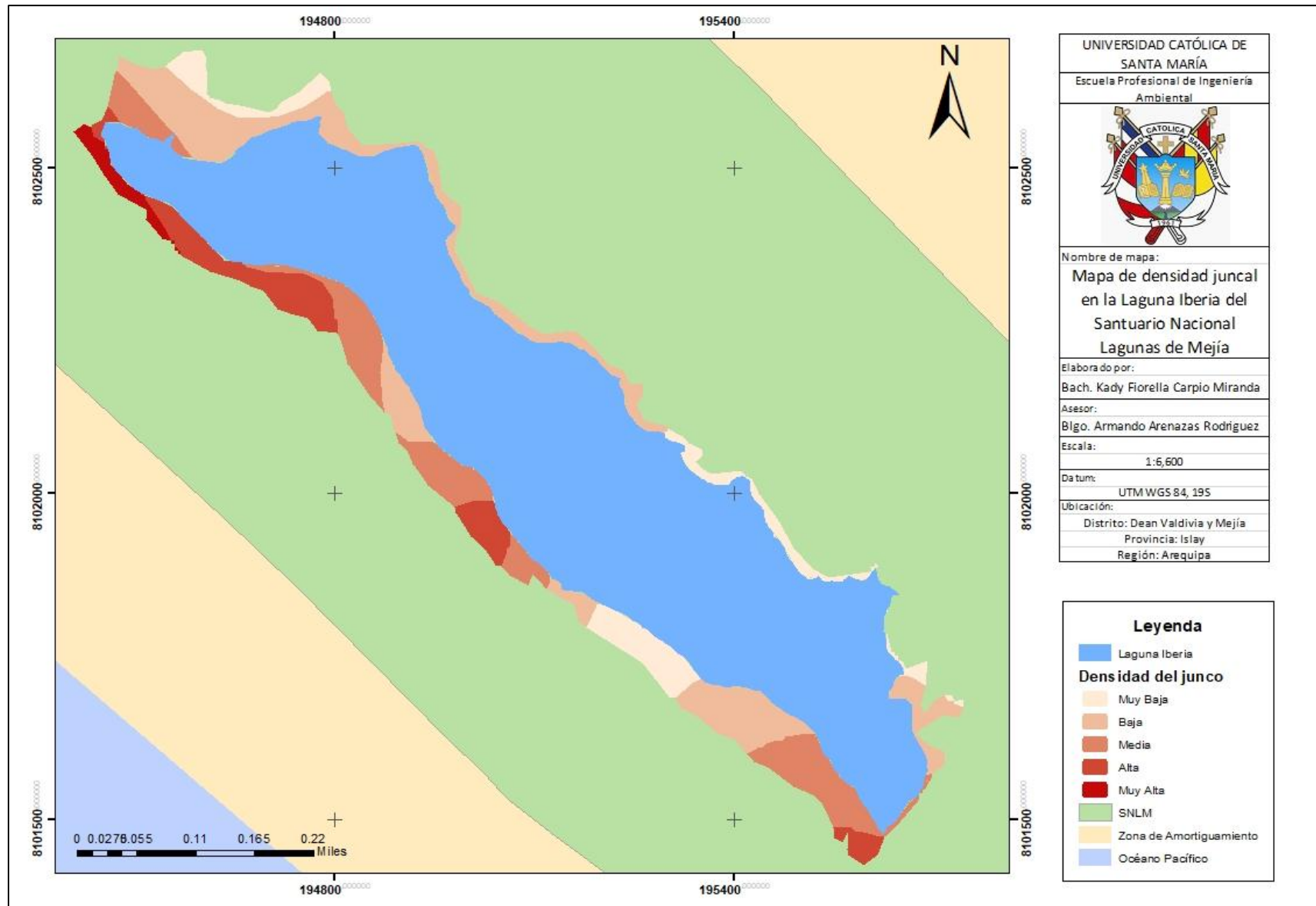


Figura N° 23: Mapa de distribución espacial de la densidad en la laguna Iberia

Tabla N° 13: Clasificación de la biomasa juncal y su área superficial

	Biomasa	Cantidad de g/m²	Área (m²)	Porcentaje del área total (%)
1	Muy Baja	0-1200	38942.74	28.28
2	Baja	1201-2700	42299.20	30.71
3	Media	2701-4200	37408.21	27.16
4	Alta	4201-5700	14173.19	10.29
5	Muy Alta	5701-7140.96	4892.26	3.55

Nota: Elaboración propia en base a Biomasa y forraje, distribución espacial y abundancia de la planta de sotol (*Dasyilirion spp.*) En el ejido el jazmín, por Esparza, A. y España J. (2008) Revista Investigación Científica, Vol. 4, No. 2, Nueva época. México.

Según la tabla N° 13, se observa que la clasificación biomasa Baja comprende una mayor área superficial de 42 299.20m², en cambio la clasificación Muy alta comprende el menor área con 4892.26m². Los datos reportados en este estudio sobre biomasa fueron más altos que los reportados por Ampuero (2018) quien calculó una biomasa promedio de 911.35g/m² en los Pantanos de Villa, departamento de Lima con la especie *Schoenoplectus americanus*, el cual equivaldría a la zona con biomasa muy baja en el SNLM. Por otro lado, de Cabo *et al.* (2008), obtuvo una biomasa de 1518g/m² con la especie *Schoenoplectus californicus* en la Laguna Chascomús, Buenos Aires, Argentina; el cual sería similar a la biomasa Baja presentada en este estudio. Y Gutiérrez (2017) presentó al *Schoenoplectus americanus* con una biomasa de 2883.33g/m² en la Albufera Medio mundo en Huaral, departamento de Lima, el cual sería similar al resultado obtenido en biomasa Media en esta investigación.

Como se observa, la biomasa predominante en la laguna Iberia es de clasificación Baja; sin embargo, en comparación a la biomasa promedio obtenida de los estudios presentados, el SNLM contiene un valor alto de biomasa la cual estaría siendo conducida por la degradación de la calidad de agua, el cual podría deberse a continuos aportes excesivos

de nitrógeno y fosfatos provenientes del agua residual de los drenes de las tierras agrícolas La Ensenada, estos compuestos estarían influenciando en el aumento de la biomasa en la zona húmeda, que es el área que se encuentra inundada todo el año (Cronk & Siobhan, 2001; Alvares & Becares, 2005). Esta sobre carga de nutrientes podría ocasionar una eutrofización en la laguna Iberia.

EL SNLM es un humedal que depende de la inundación o saturación de la superficie del substrato, sea esta constante o temporal, para mantener la población juncal. Por lo tanto, el juncal ubicado en la zona seca (este) se vería afectado por la escasez de agua, la ligera pendiente topográfica y la competencia interespecífica con otras especies vegetales.

Tabla N° 14: *Clasificación de la densidad juncal y su área superficial*

	Densidad	Cantidad de Ramets/m²	Área (m²)	Porcentaje del área total (%)
1	Muy Baja	0-1500	21830.35	15.89
2	Baja	1501-2000	53406.23	38.87
3	Media	2001-2500	37159.13	27.24
4	Alta	2501-3000	20930.50	15.23
5	Muy Alta	3001-3355.86	4078.11	2.97

Nota: Elaboración propia en base a Biomasa y forraje, distribución espacial y abundancia de la planta de sotol (*Dasyllirion spp.*) En el ejido el jazmín, por Esparza, A. y España J. (2008) Revista Investigación Científica, Vol. 4, No. 2, Nueva época. México.

Como muestra la tabla N°14, la clasificación densidad juncal Baja comprende una mayor área superficial con 53 406.23m², en cambio la clasificación Muy alta está constituida por la menor área con 4 078.11m². Los datos obtenidos de densidad de ramets de junco que varían entre 1457 ramets/m² y 2644 ramets/m² (Tabla N°12), son superiores en comparación a los datos reportados por Chacón (2014) quien obtuvo una densidad máxima de 409 ramets/m² de totora (*Schoenoplectus tatora*) en la península de Challapata, evaluado en el Lago Titicaca, el cual estaría clasificado como densidad Muy Baja. Por otra parte, Celis

(2016) obtuvo un resultado de 520 ramets/m² de junco (*Schoenoplectus californicus*) en la laguna Fuquene, ubicado en Cundinamarca, Colombia; el cual podría ser clasificado también como densidad Muy Baja.

Como se puede apreciar, ambos valores mencionados para la densidad juncal o total son muy bajos en contraste con los obtenidos en el SNLM, la competencia y dinámica comunitaria está basada en aspectos: capacidad competitiva, disponibilidad del recurso y tipo de frecuencia de perturbación (Cronk & Siobhan, 2001); la zona juncal de la Laguna Iberia posee en su mayor parte una competencia interespecífica, lo cual permitiría que el uso de espacio sea exclusivo del junco.

4.3. ESTABLECIMIENTO DEL CRECIMIENTO DE JUNCO EN LA LAGUNA IBERIA

Las mediciones para conocer la colonización del junco hacia al área laguna Iberia fueron en dos aspectos: avance o expansión de la población juncal hacia la laguna e incremento de número de ramets.

4.3.1. Cálculo de avance horizontal del junco en la zona lagunar

De las parcelas instaladas, tres de ellas se encuentran en la zona húmeda de la laguna, y solo una en la zona seca puestas, esto debido a que los accesos hacia la laguna por la zona juncal son complejos por la población vegetativa y la pendiente. En cuanto a la parcela de la zona seca, el acceso es mucho más complejo debido a la inexistencia de un camino carrozable, la distancia para llegar hacia la laguna peatonalmente, además el junco crecido en su mayoría seco afecta la visión para poder llegar al punto deseado y asimismo la ausencia de un puente que permita cruzar la acequia que divide el santuario de la zona agrícola.

La medición de avance superficial de la población de junco fue dividida en 3: parte norte (PN), centro (PC) y sur (PS), debido a que dentro de cada una de las parcelas había diferencias de avance o retroceso de distancia, pero estos valores fueron promediados para conocer el avance general de la parcela.

Tabla N° 15: *Expansión mensual del Junco hacia la parte externa - Todas las parcelas (cm)*

ES01	PN	PC	PS	Promedio
Setiembre	2	0	1	1,0
Octubre	5	5	4	4,7
Noviembre	4	6	-7	1,0
Diciembre	8	15	3	8,7
Avance total				15,4
ES02	PN	PC	PS	Promedio
Setiembre	13	6	14	11,0
Octubre	-1	13	11	7,7
Noviembre	-1	18	12,5	9,8
Diciembre	30	4	-1,5	10,8
Avance total				39,3
ES03	PN	PC	PS	Promedio
Setiembre	6	-3	3	2,0
Octubre	-1	4	10	4,3
Noviembre	1	2	-2	0,3
Diciembre	2	2	10	4,7
Avance total				11,3
ES04	PN	PC	PS	Promedio
Setiembre	2	13	6	7,0
Octubre	5	-1	-1	1,0
Noviembre	4	-1	1	1,3
Diciembre	8	30	2	13,3
Avance total				22,7

Nota: Elaboración propia

Como se observa, en las tablas de expansión de junco se realizó un promedio de las tres partes de cada parcela para conocer cuál fue el avance del junco en cada mes; para el mes de diciembre en algunas zonas como la parte central de la parcela ES-04 alcanzaron expansiones de 30 cm, pero también hubo muchos retrocesos de la población juncal. Sin

embargo, finalizada la medición en diciembre las parcelas ES-02 y ES-04 tuvieron mayor avance espacial en contraste a las parcelas ES-01 y ES-03.



Gráfico N° 4: Expansión del junco hacia la parte externa – Todas las zonas (cm)

Es evidente que el comportamiento del avance superficial del junco es similar en las parcelas ES-01 y ES-03, en cambio en la parcela ES-02 solo se ve un punto de inflexión en el mes de octubre, pero en general su crecimiento es constante; en cambio en la parcela ES-

04 se percibe una notable caída de avance espacial en los meses de octubre y noviembre. No obstante, en el mes de diciembre todas las parcelas tuvieron una mayor expansión de población juncal, a pesar del decrecimiento del volumen de la laguna Iberia (Tabla N°10), pero con la influencia tendría la influencia del aumento del caudal del río Tambo.

4.3.2. Expansión del junco en todas las parcelas

Se obtuvo en resultado una tabla resumen (Tabla N°16) donde muestra el crecimiento de mensual de cada parcela, los valores obtenidos de cada parcela fueron promediados para conocer cuál fue el avance promedio mensual en la laguna.

Tabla N° 16: Crecimiento mensual de las parcelas

	ES01	ES02	ES03	ES04	Promedio
Setiembre	1,0	11,0	2,0	7,0	5,3
Octubre	4,7	7,7	4,3	1,0	4,4
Noviembre	1,0	9,8	0,3	1,3	3,1
Diciembre	8,7	10,8	4,7	13,3	9,4

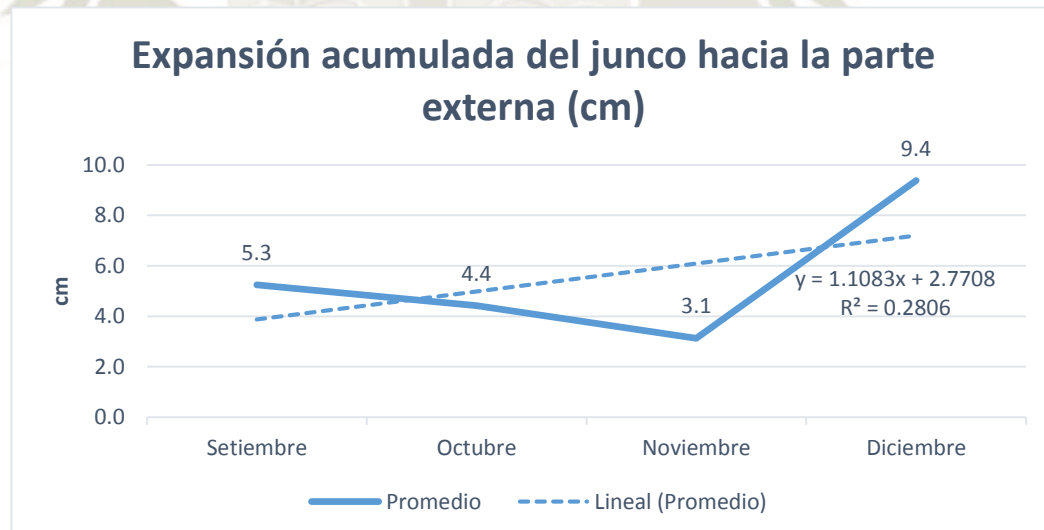


Gráfico N° 5: Expansión acumulada del junco hacia la parte externa (cm)

La reproducción de la población de junco en la laguna Iberia es de tipo clonal, el cual consiste en la propagación por rizomas los cuales generan nuevos ramets (Aponte,

2009), el avance del enraizamiento dependerá de la calidad de sustrato que se encuentra debajo la laguna, el cual si está compuesto de arena gruesa o grava fina ayudará a mantener la aireación del sustrato la composición edafológica de la locación de las lagunas de Mejía es compuesto por horizontes arcillo-arenosos (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2000), por lo que con su granulometría ayudaría tanto con la aireación del suelo y la retención de líquidos, permitiendo así un ambiente adecuado para la propagación de la biomasa subterránea.

Bajo estas condiciones se confirmaría la razón por la que el avance espacial de la población de junco ha sido positiva en todos los meses, aunque en diferentes valores, siendo diciembre el mes con mayor expansión del junco. Mientras que el avance total promedio de los ramets en la laguna Iberia del mes de agosto al mes de diciembre fue de 22.2 cm.

4.3.3. Evaluación del crecimiento horizontal de ramets en la zona juncal de la laguna Iberia

El avance de la población juncal de la laguna podría ser la causa de la reducción de la laguna Iberia, pero esto dependerá también de la cantidad de ramets presentes en el área delimitada, ya que, si bien una pequeña cantidad de ramets adquiriría un gran avance espacial, no podrían mantenerse debido a las condiciones ambientales en la que este expuesta (Cronk & Siobhan, 2001), en cambio con una mayor densidad de ramets, la expansión espacial del área lagunar será más consistente y durable.

Tabla N° 17: *Incremento de Ramets (Todas las Zonas - cm)*

	ES01	ES02	ES03	ES04	Acumulado
Setiembre	-6,0	48,0	-1,0	3,0	44,0
Octubre	-6,0	87,0	7,0	18,0	106,0
Noviembre	37,0	69,0	45,0	11,0	162,0
Diciembre	11,0	221,0	7,0	50,0	289,0

Nota: Elaboración propia en base a datos obtenidos en la laguna.

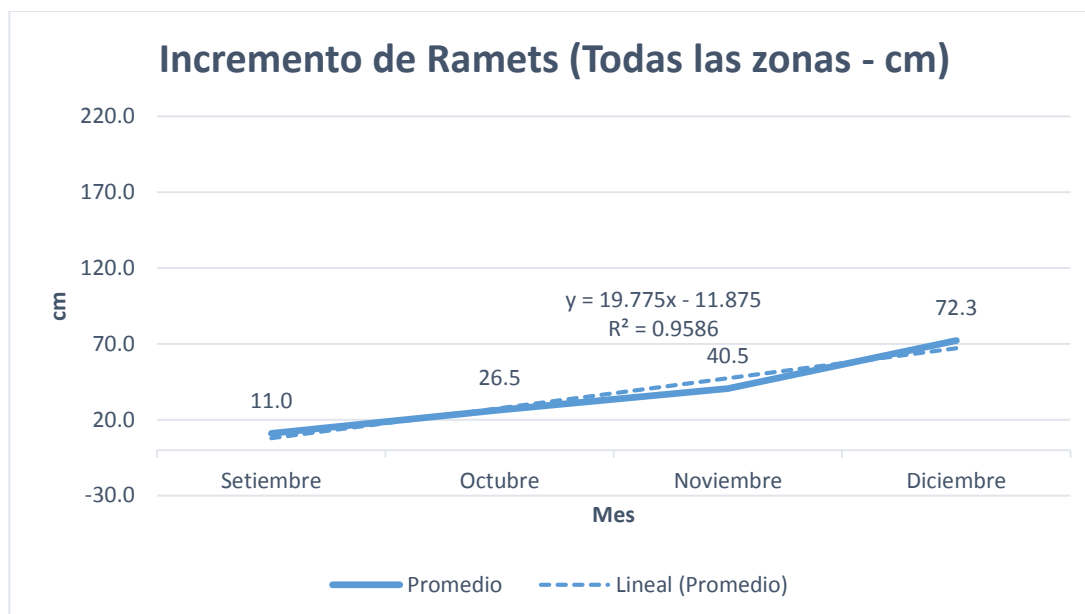


Gráfico N° 6: Incremento de ramets promedio en todas las parcelas.

Como se observa en el Gráfico N° 6, hubo un mayor incremento de ramets al cuarto mes (diciembre) con un promedio de 72.3 ramets, lo cual podría relacionarse con la cantidad con la disponibilidad de nutrientes presentes, puesto que pertenece a la época de estiaje donde el volumen de la laguna se mantendría con el agua del drenaje de las tierras agrícolas La Ensenada e influencia marina (Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, 2000), en esta época no interviene la afluencia del río Tambo.

Tabla N° 18: *Densidad juncal en los bordes de la Laguna Iberia*

Parcela	Promedio de distancia avanzada por el junco (cm)	Área (calculada con 2m de distancia de la parcela) (m ²)	Cantidad de ramets	Densidad (ramets/m ²)
ES-01	15.4	0.308	118	383.12
ES-02	39.3	0.786	589	749.36
ES-03	11.3	0.226	137	606.19
ES-04	22.6	0.452	132	292.04

Nota: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla N°18, la expansión más consistente hacia a laguna se dio en la parcela ES-02, lo cual denotaría que la reducción de la laguna en esta

área no tendrá muchos retrocesos; en cambio en la parcela ES-04 perteneciente a la zona seca tiene la menor densidad, lo cual demostraría que si bien existe una expansión superficial, esta puede ser desequilibrada y desaparecer. Gonzales (2017) obtuvo una densidad promedio de 284 ramets/m² de *Schonenoleptus tatora* en el lago Titicaca, lo cual estaría indicando que en la Laguna Iberia lograría una mayor densidad debido a las condiciones que el SNLM ofrece como la pendiente topográfica la que permite que la zona oeste de la laguna se mantenga inundada todo el año,

Por otro lado, Sabaj (2011) reporta que, en el Área Protegida Humedales del Santa Lucía, en la zona Delta presentó significativamente mayor densidad de tallos que en la zona Brujas (214.92 ± 40.98 y 188.33 ± 37.85 tallos/ m², respectivamente), ubicado en los Humedales del Santa Lucía, Uruguay. Sin embargo, la zona Brujas tiene una pendiente más pronunciada y permanece más tiempo inundado, en cambio Delta su pendiente es menos pronunciada y presenta mayor densidad de tallos. En cambio, en las Lagunas de Mejía la zona con mayor pendiente e inundación (PT-1) tiene mayor densidad de ramets que la zona seca (PT-2).

4.3.4. Evolución del crecimiento longitudinal de los ramets de la población Juncal

El control de crecimiento de los ramets de junco se dio en dos zonas diferenciadas por sus condiciones ambientales, la zona húmeda (PT-1) cuenta con una mayor pendiente topográfica que la zona seca (PT-2), además que por la constante cosecha de junco en esta área permite que esta se renueve, caso contrario sucede en la zona seca, la cual no cuenta con ninguna actividad humana, y al tener una menor pendiente existe una competencia de distribución espacial con otras especies vegetativas.

Tabla N° 19: *Comparación del Crecimiento Promedio del Junco en Ambas Zonas (cm)*

Parcela	Tipo de Corte	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio mensual	Acumulado
PT-1	Corte Subterráneo	15.6	26.9	31.8	16.7	22.750	91.77
	Corte Aéreo	30.08	36.9	21	20	26.995	107.77
PT-2	Corte Subterráneo	16.3	11.7	28.5	7	15.875	63.54
	Corte Aéreo	13.37	29.6	26	20.5	22.3675	89.47

Nota: Elaboración propia en base a datos obtenidos en la laguna.

La evaluación de crecimiento se desarrolló tanto para corte Subterráneo y corte aéreo, esto para conocer como es el desarrollo del junco si solo se realiza una cosecha simple o una excavación retirando parte del tallo subterráneo y rizomas del junco. Lo cual podría aplicarse a la zona seca, debido a que en su mayoría el ramet íntegro de junco se encuentra en estado de mortandad (seco).

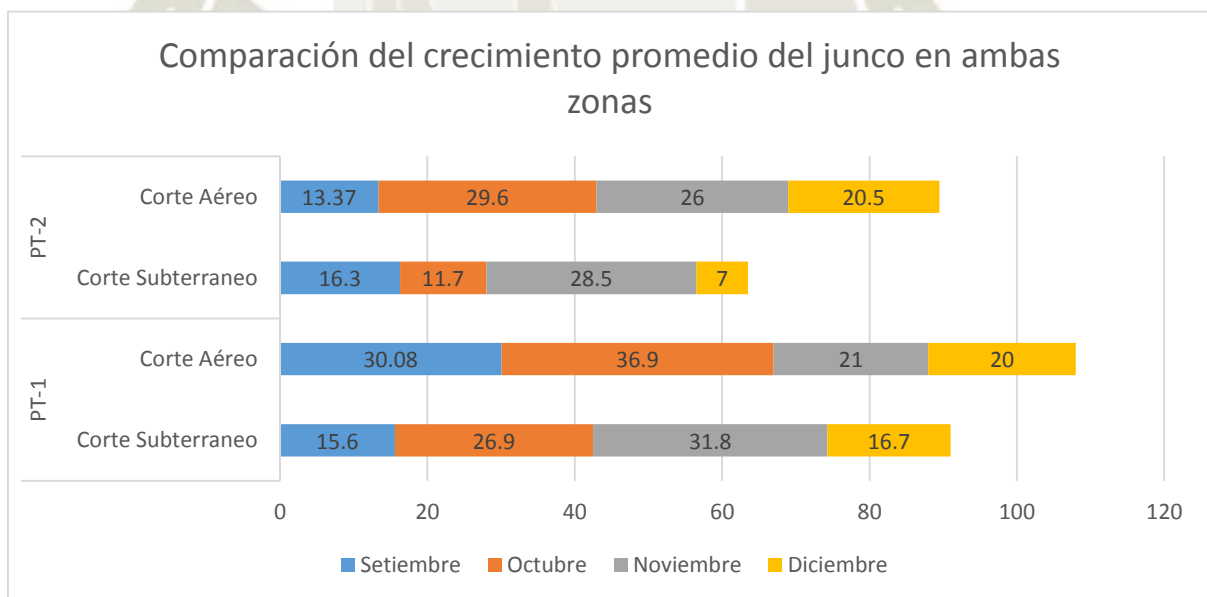


Gráfico N° 7: Altura promedio alcanzada por la población de junco en ambas zonas.

En el gráfico N° 7 se muestra que en la zona húmeda (PT-1) con corte aéreo hubo un mayor crecimiento en cm para el mes de octubre, el volumen de agua en los meses de setiembre y octubre (Tabla N° 10) podría haber influido en su crecimiento ya que en época de estiaje el nivel hídrico es un factor mucho más crítico para el desarrollo de la población juncal (Keddy, 2010) ;lo contrario sucede en la zona seca (PT-2) con corte aéreo, en el cual su mayor crecimiento fue dado en el mes de noviembre, sin embargo pertenece al mes en que empieza a decaer el volumen de agua (Gráfico N° 3) en la Laguna Iberia. En cuanto al corte subterráneo de la zona seca (PT-2), su crecimiento es constante, no obstante, en el mes de diciembre su crecimiento decrece en comparación a los anteriores meses.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la zona húmeda cuenta con mejores condiciones ambientales para el desarrollo del junco, y esto se demuestra tanto para el corte aéreo o como en subterráneo, donde llegan a alcanzar las alturas de 107.98cm y 91cm respectivamente.

Considerando que la altura promedio del junco en la zona húmeda en la laguna Iberia es de 1.68 m, Huanacuni (2012) muestra como altura promedio 125cm en 6 meses de *S. tatora*: por otro lado, Gonzales (2017) menciona que en su investigación a la altura de 174.11cm fue alcanzada por *S. tatora* en un periodo de 5 meses, alcanzando su máxima altura. Escutia-Lara & Linding-Cisneros (2012) obtuvo un promedio de 167.27 ± 9.04 cm en 6 meses de la planta *Schoenoplectus americanus*; en contraste con los resultados del corte realizado por Sabaj (2011) adquiere que la altura de *S. californicus* fue mayor en Brujas con 173.46 cm en comparación a Delta que tuvo un valor promedio de 137.33 cm.; por los datos presentados, se podría deducir que el junco crecido en la zona húmeda y cortada con la misma metodología de los ejemplos presentados, el junco llega a su altura máxima en 6 meses.

4.3.5. Crecimiento longitudinal del junco en la laguna para corte aéreo y subterráneo

En la siguiente sección se buscó establecer las diferencias en cuanto del crecimiento del junco, para ello se analizaron los datos según dos tipos de corte (subterráneo y aéreo) y la zona en donde el junco se desarrolla (Húmeda y seca).

Para ello se seleccionó la prueba T-Student con el objetivo de definir las diferencias a nivel estadístico en el crecimiento del junco, subterráneo y aéreo, y la zona donde se desarrolla, húmeda o seca.

4.3.5.1. Análisis del crecimiento longitudinal del junco

Para desarrollar el análisis se usó el software SPSS, y se hizo en dos etapas; la primera donde se analizó el crecimiento del junco en consideración a dos tipos de corte, uno subterráneo (desde la raíz del junco), y el otro aéreo (a 10 cm sobre el suelo); y la segunda donde se comparó el crecimiento de este considerando solo la zona en donde el junco se desarrollaba (zona húmeda y zona seca).

Para el primer análisis, es decir según el tipo de corte, tenemos que la T de student nos da un coeficiente para el junco en crecimiento de la zona húmeda de 0,037 (Anexo 24) y para el junco presente en la zona seca de 0,00 (Anexo 24) con lo cual aceptamos la hipótesis alternativa ($p < 0,05$) que nos indica que, en efecto, hay una diferencia estadísticamente significativa en el crecimiento del junco, donde aquel que recibió el corte aéreo creció mucho más que aquel de corte subterráneo en ambas zonas de estudio.

Para el segundo análisis, el cual comparamos el crecimiento del junco entre las dos zonas (húmeda y seca), obteniendo un coeficiente de 0,00 (Anexo 24) con lo cual

nuevamente aceptamos la hipótesis alternativa ($p < 0,05$) que nos indica que el junco en la zona húmeda presenta un mayor crecimiento, el cual es estadísticamente significativo, en relación al junco de la zona seca.

4.4. EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL CRECIMIENTO HORIZONTAL

Scirpus americanus “junco” SOBRE LA SUPERFICIE DEL ESPEJO LAGUNAR IBERIA

4.4.1. Evaluación de Parámetros Físicoquímicos del Agua Lagunar

Tabla N° 20: *Parámetros Físicoquímicos del agua*

Mes	Conductividad Eléctrica (Ms/cm)	Oxígeno disuelto (mg/l)	pH	Salinidad (g/l)	Temperatura (°C)	Nitratos (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Potasio (mg/l)	Fosforo soluble (mg/l)
AGO	3,91	9,2	8,7	2,1	19,00	<0,3	<0,003	42,40	0.06
SEP	3,49	10,30	8,50	1,80	23,00	<0,3	<0,003	44,00	0.03
OCT	4,36	7,50	8,40	2,30	28,00	<0,3	<0,003	45,10	<0.03
NOV	4,95	9,00	8,80	2,70	28,00	0,36	<0,003	54,50	<0.03
DIC	5,89	10,20	9,00	3,20	29,00	<0,3	<0,003	65,70	<0.03

Nota: Elaboración propia en base a Informe de Monitoreos de las Lagunas de Mejía, Laboratorio de Servicios ambientales, Southern Copper Peru.

Analizando la Tabla N° 20, podemos tener una visión general del comportamiento de los parámetros del agua de la laguna Iberia para los meses en que se realizó el estudio. Se puede observar que la mayoría de parámetros presentados presenta una variación mensual con excepción de los nitritos y nitratos, de los cuales el primero presenta niveles inferiores a los 0,3 mg/l en los meses de setiembre, octubre y diciembre, incrementando a más de 0,3 mg/l en el mes de noviembre.

En cuanto de los Nitratos, sus niveles se mantuvieron estables a lo largo de los meses analizados, siendo sus niveles inferiores a los 0,003 mg/l.

Los valores de la temperatura fluctuaron entre 19°C y 29°C, incrementándose con la cercanía a la época de avenida. La temperatura en el agua es uno de los factores físicos más importantes en el desarrollo de sistemas acuáticos puesto que puede alterar la composición de su agua, disminuir su densidad y contribuir en la variación del oxígeno disuelto (Wetzel, 2001). Además, Florin y Chicote (2003) mencionan que a la temperatura puede influir en la velocidad de fotosíntesis de algas y plantas acuáticas, la velocidad metabólica de organismos acuáticos y la sensibilidad de los organismos a desechos tóxicos. La temperatura además dependerá de la zona en el que esté ubicado el humedal, notándose el incremento de temperatura hasta llegar a 29°C.

La laguna Iberia al ser un humedal el cual se abastece también por el agua del mar se caracteriza por ser alcalina, por lo cual sus valores se presentan entre 8,4 y 9,0 de pH.

El oxígeno disuelto es de los parámetros más relevantes cuando se habla de calidad de agua. Este se encuentra asociado a la contaminación orgánica, los organismos que se desarrollan en la laguna dependen de la cantidad de oxígeno disuelto, ya que es esencial para la respiración celular, sobrevivencia y adecuado crecimiento (Keddy, 2010). Los valores obtenidos en la laguna Iberia fluctúan entre 7,5 y 10,30 mg/l.

La conductividad del agua es un valor relacionado para determinar la salinidad, por defecto la laguna Iberia al ser un humedal costero con influencia marina presenta una elevada conductividad, a la que contribuyen la polaridad del agua y la abundancia de los iones disueltos (Curtis, 2001).

En cuanto a los Nitratos y nitritos los resultados obtenidos son muy mínimos, a excepción del mes de noviembre que obtuvo un valor de 0.36 mg/l, por lo que se puede considerar que no existe grado de contaminación tanto por nitratos o nitritos, este

comportamiento podría deberse a que plantas fotosintéticas como el junco se encargan del consumo de estas sustancias (Perez, y otros, 2017), el principal aporte de nitratos se debe al uso excesivo de fertilizantes químicos.

Por otra parte, el fósforo es el principal responsable del desarrollo de la biomasa radicular. Los resultados obtenidos no son significativos, por lo cual se puede deducir que estaría pasando el mismo proceso que con los nitratos y nitritos; asimismo el fósforo es el causante de coberturas más densas de vegetación (Escutia y Linding, 2012).

Escutia-Lara *et al.* (2009), desarrollo un experimento en el que el tratamiento más favorable para *S. americanus* fue la adición de nitrógeno más fósforo, ya que causó un aumento en la densidad de los tallos. La adición de solamente de fósforo tuvo el mismo efecto, pero en menor magnitud, mientras que el nitrógeno por sí solo no tuvo un efecto positivo en el crecimiento de *S. americanus*.

Tabla N° 21: *Correlaciones significativas – parámetros del agua y crecimiento de ramets*

	Conductividad		
	Eléctrica (Ms/cm)	Salinidad (g/l)	Potasio (mg/l)
Incremento promedio de Ramets (unidades)	,987*	,982*	,978*
	,013	,018	,022

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

Con la prueba de correlación, se encontró una relación entre el incremento de ramets de junco y los parámetros de salinidad y potasio.

Un humedal se considera salobre o salino si la concentración de sal es mayor que 0.5 ppt, como es el caso de la laguna Iberia (Anexo 26). Esta dependerá de su proximidad a las mareas, relación evaporación a transpiración e ingreso de corrientes de agua a la laguna

(cantidad y calidad). Además, la salinidad puede variar con la temporada, siendo que en época de escasa precipitación la salinidad se incrementa (Cronk & Siobhan, 2001).

Para las plantas es difícil obtener agua en condiciones de alta salinidad. Ya que el agua se mueve hacia las plantas porque el potencial externo del agua es mayor que dentro de la planta. Las plantas como el junco que pueden adquirir agua bajo altas concentraciones de sal son capaces de disminuir su potencial de agua interno por debajo del agua salada (Parra, 2012). Lo cual demostraría el porqué de la alta biomasa de junco en la zona húmeda y con mayor pendiente topográfica, ya que no habría competencia interespecífica con otras especies que no sean halófitas, convirtiéndose así el junco como una especie dominante.

A medida que aumenta la salinidad, la tasa neta de absorción de dióxido de carbono disminuye. Las plantas emergentes abren sus estomas para absorber dióxido de carbono, pero pierden agua al mismo tiempo. Dado que las plantas están bajo estrés salino y no pueden permitirse perder agua a través de transpiración, por lo que adquirir dióxido de carbono se vuelve una dificultad (Rivera, 2019). Si bien el junco *Scirpus americanus*, puede adaptarse a condiciones salinas, esta podría estar afectando a su función ecológica.

Entre los resultados altos de salinidad, estarían las sales de potasio el cual no tiene influencia directa como nutriente para el junco, sin embargo, el nitrógeno y el fósforo son los elementos fundamentales en la dinámica de crecimiento debido a que actúan como fertilizantes con adición de nutrimentos e influyen en el incremento de la altura de los tallos del *Schoenoplectus americanus* (Escutia-Lara & Lindig-Cisneros, 2012).

4.4.2. Proyección de reducción de la laguna Iberia

Para el análisis de la reducción de la laguna se consideró el avance obtenido por cada parcela, este valor fue zonificado en el perímetro lagunar Iberia ya que la expansión del

junco varía entre las parcelas debido a su ubicación y condiciones ambientales. Este cálculo fue medido para 1, 6 y 12 meses, se proyectó para 6 meses debido a que el resultado obtenido de crecimiento longitudinal mostró que tanto para junco con aéreo y corte subterráneo su altura máxima era alcanzada a los 6 meses además y ello desarrollado en los meses de estiaje el cual generalmente se da de Setiembre a Noviembre, donde la cantidad de agua disminuye claramente (Chevarria, 2004).

Y en cuanto a la proyección para 12 meses fue para conocer cómo sería el avance anual, aunque este no sería significativo debido a los cambios hidrológicos y climáticos de la época de avenida.

Asimismo, esta especie ha mostrado tener una gran capacidad para resistir los cambios de estrés salino (Aponte, 2009).

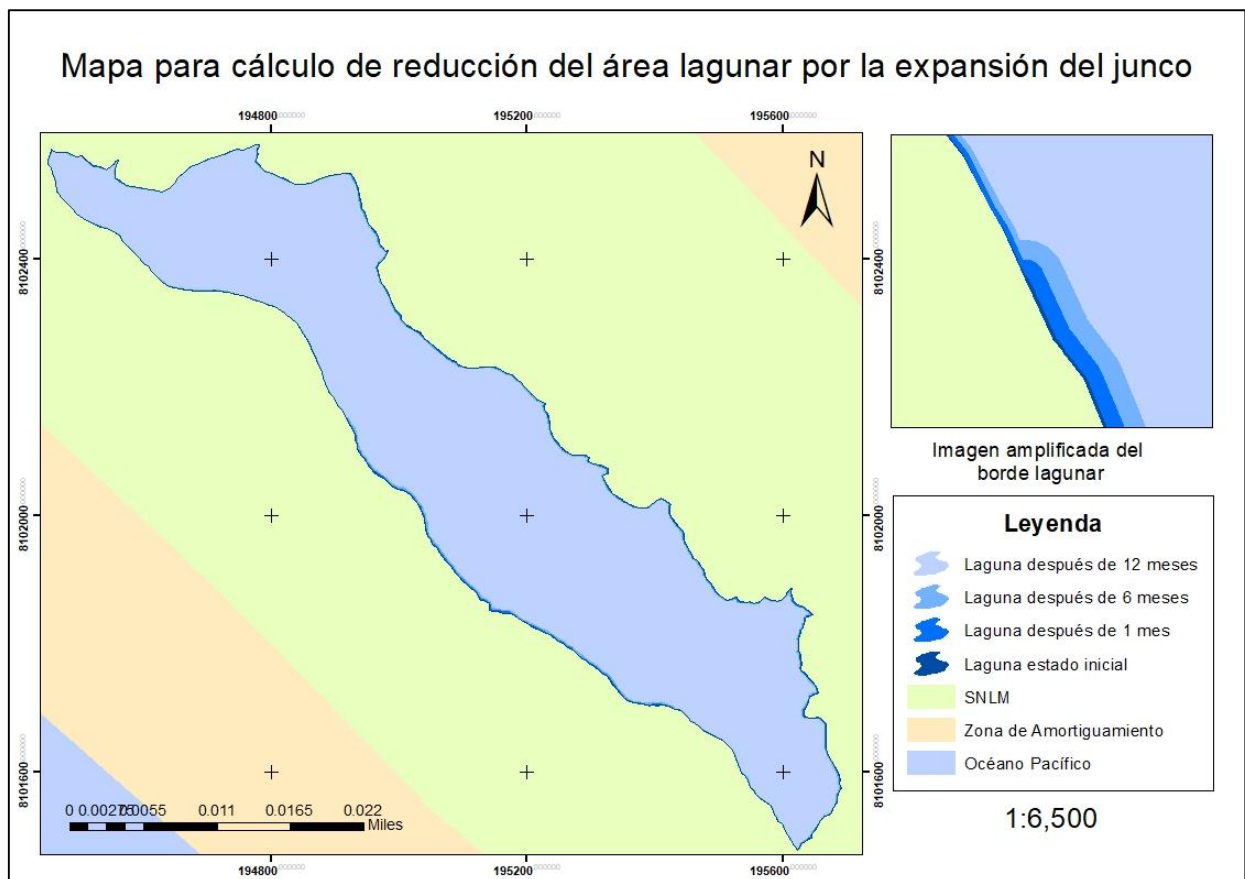


Figura N° 24: Mapa de distribución espacial de la densidad en la laguna Iberia

Tabla N° 22: Proyección de la reducción del área lagunar por influencia del junco

Mes	Área (m ²)	Área perdida en base al estado inicial (m ²)
0 (estado inicial)	318180.06	
1	317328.96	851.10
6	313082.35	5097.71
12	308007.06	10173.00

Nota: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla N° 22, la laguna perdería un área de 851.10m² en 1 mes, para 6 meses con una población de junco densa y en su longitud máxima habría una pérdida de 5097.71m², y en cuanto a la proyección anual, aunque no significativa habría una pérdida de 10173.00m².

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El área superficial de la Laguna Iberia en su creación era de 939 839.01 m², habiendo disminuido para el 2017 a un área de 318 180,06 m², lo cual significó una pérdida de 621 658,95 m².
- En cuanto de la distribución, el área total del junco en la Laguna Iberia fue de 138 017,65 m²; en lo referente a la biomasa se obtuvo que el 28.28% del área tiene un índice muy bajo, 30.71% es bajo, 27.16% es medio, 10.29% es alta y 3,55% muy alta; en cuanto a la densidad poblacional del junco, sus resultados son muy bajos en un 15.89% del área, bajos en 38.87%, medio en 27.24%, alta en 15.23% y muy alta en 2.97% del área juncal, donde la zona perteneciente a lado noroeste de la laguna Iberia es la que engloba una mayor biomasa y densidad.
- En cuanto del crecimiento horizontal del Junco se encontró que el mes de diciembre presentó un mayor promedio de avance hacia la Laguna Iberia, siendo el menor durante el mes de noviembre; asimismo el mes de diciembre es el que presentó un incremento mayor de ramets, y por otro lado el mes de setiembre es el que fue menor; en cuanto al crecimiento longitudinal, la parcela que presentó un mayor crecimiento es el que tuvo un corte aéreo y pertenecía a la zona húmeda para los cuatro meses.
- En cuanto de la influencia del avance horizontal junco en área del espejo de agua Iberia, la proyección para los siguientes 06 meses es que tendría una disminución de 5097.71 m², sin embargo, es importante notar que esta proyección es puramente

teórica ya que no se están considerando otros factores que influyen directamente en la expansión del junco como es el caso de los cambios estacionales, entre otros.



5.2.RECOMENDACIONES

- 1) Realizar un control de ingreso de volumen de agua de los drenes provenientes de las zonas agrícolas ya que este actúa como una variable interviniente, para poder analizar la variación de volumen lagunar.
- 2) Realizar trabajo de campo para identificar detalladamente los tipos de vegetación (biodiversidad), dinámica de crecimiento y su cobertura en el área circundante al perímetro lagunar, considerando que la laguna contiene dos diferentes zonas: húmeda y seca.
- 3) En futuras investigaciones para el análisis del área juncal se recomienda tomar en cuenta la medición de parámetros físico químicos in situ para poder describir con mayor exactitud la relación que existe entre estos y el crecimiento y biomasa del junco.
- 4) Obtener la banda espectral de las principales plantas o vegetación, para poder realizar monitoreos de distribución espacial tanto de la vegetación como de la laguna Iberia mediante el uso de imágenes satelitales.
- 5) El presente trabajo se desarrolló enfocándose en la laguna Iberia ya que esta es la de mayor volumen y la principal reserva de agua del Santuario, sin embargo, se recomienda sea aplicado en forma global al Santuario Nacional Lagunas de Mejía, donde se incluya a las lagunas Mejía y Boquerón.
- 6) Extender este estudio de manera que se pueda obtener datos de todo año, debido que la dinámica del crecimiento de la formación juncal y el volumen de la laguna varían según el cambio estacional.
- 7) Un factor que también podría ser considerado en futuras investigaciones es la evapotranspiración que se desarrolla entre la laguna, superficie terrestre y vegetación

del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, de manera que la información obtenida pueda utilizarse para la estimación del balance de entradas y salidas del recurso hídrico.

- 8) Esta investigación debe ser considerada como una base técnica preliminar para la gestión del manejo de la especie junco, al interior del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, por parte de la Jefatura de esta área natural protegida.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcantara, B., Jimenez, R., Bustamante, M., Castañeda, M., & Jimenez, J. (2013). Conservación del Santuario Nacional Lagunas de Mejía a través de la conversión hídrica del humedal y su entorno. *Ministerio del ambiente*.
- Alvares, J., & Becares, E. (2005). *El papel de la vegetación en humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales*. Instituto Medio Ambiente. Universidad de León.
- Ampuero, W. (2018). Estimación del carbono almacenado en la comunidad del Junco (*Schoenoplectus americanus*) bajo dos escenarios de crecimiento en el humedal costero Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa (Lima-Perú). *Tesis de pregrado*. Universidad Científica del Sur.
- Aponte, H. (2009). *El junco: Clasificación, biología y gestión*. Lima: Universidad Científica del Sur.
- Aponte, H., & Ramirez, D. (2011). *Humedales de la costa central del Perú: Estructura y amenazas de sus comunidades vegetales*. Lima: Ecología Aplicada.
- Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Política y estrategia nacional de recursos hídricos*.
- Bravo, J. (2000). Breve introducción a la cartografía y a los sistemas de información geográficos (SIG). *Ciemat*.
- Carmona, A., & Monsalve, J. (2004). Sistemas de información geográficos. *Congreso de Ingeniería de Sistemas en la Universidad San Buenaventura de Medellín Colombia*.

- Castillo, M., Chávez, M., Gallardo, M., Del Carpio, D., Gómez, J., Zegarra, L., & Cruz, E. (2011). *Valle de Tambo-Islay: Territorio, agua y derechos locales en riesgo con la minería a tajo abierto*. Sonimágenes del Perú SCRL.
- Celis, L. (2016). Plan de manejo y aprovechamiento de las especies Junco (*Schoenoplectus californicus*) y Enea (*Typha sp.*). *Revista Artesanías de Colombia SA*.
- Ceplan. (2011). *Plan Bicentenario: el Perú hacia el 2021*. Lima. Obtenido de https://www.ceplan.gob.pe/documentos/_plan-bicentenario-el-peru-hacia-el-2021/
- Chacón, G. (2014). Evaluación de la plantación de totora (*Schoenoplectus tatora*) en la península de Challapata, municipio de Escoma de la provincia Camacho del lago Titicaca. *Tesis. Ing. Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés*.
- Chahuaillo, D., Alayo, H., Vasquez, C., & Castro, H. (2015). Manejo de Recurso *Typha angustifolia* “Matara” y *Scirpus americanus* “Junco” con la asociación. *Experiencia de Artesano a Guardaparque*.
- Chavez, R., & Monterrosa, G. (2011). Aplicación de sistemas de información geográfica en humedales. *VII Encuentro Nacional Playas Limpias*.
- Cheneaux, A. (2015). *Estado ecológico en dos lagunas del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, Arequipa, mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad de agua*. Tesis de pregrado: Universidad Nacional de San Agustín.
- Chevarria, M. A. (2004). Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Cocachacra, El Arenal, La Curva - Islay. *MACHC Consultoría*.

Chuvieco, E. (2002). *Teledetección ambiental: La observación de la tierra desde el espacio*.

Barcelona: Ed. Ariel.

Congreso Constituyente Democrático. (1993). *Constitución Política del Perú*. Lima.

Congreso de la República. (1997). *Ley N° 26839 - Ley sobre la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica*. Lima.

Congreso de la Republica. (1997). *Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales - Ley N° 26821*. Congreso de la Republica.

Congreso de la República. (2018). *Ley Marco sobre Clambio Climático. Ley N° 30754*.

Convención sobre los humedales Ramsar. (s.f.). *¿Qué son los humedales?* Convención sobre los humedales Ramsar. Obtenido de <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/info2007sp-01.pdf>

Correa, J., Iral, R., & Rojas, L. (2006). Estudio de potencia de pruebas de homogeneidad de varianza. *Revista colombiana de estadística*, 26(1), 57-76.

Cowardin, L., Carter, V., Golet, F., & LaRoe, E. (1979). *Classification of wetlands and deepwater hapitats of the United States*. US Department of the interior, US Fish and Wildlfe Service.

Cronk, J., & Siobhan, M. (2001). *Wetland Plants: Biology and ecology*. USA: Lewis Publishers.

Curtis, G. (2001). Oregon water quality index: a tool for evaluating water management effectiveness. *Journal of American Water Resources Association*, 37(1): 125-137.

- De Cabo, L., Seoane, R., Urgu, L., Dini, A., Casares, M., Koutsovitis, M., & Obertello, I. (2008). Juncos: Alternativa de explotación para áreas inundadas. *Ciencia*, 3(7), 53.
- De la Cruz, M. (2010). Estimación del carbono almacenado en plantaciones de palma aceitera *Eleais guineensis* Jacq. de diferentes edades en Pumahuasi-Uchiza. *Tesis de pregrado. Universidad Agraria de la Selva.*
- Del Bosque, I., Fernandez, C., Martin-Forero, L., & Pérez, E. (2012). Los sistemas de información geográfica y la investigación en ciencias humanas y sociales. *Confederación Española de Centros de Estudios Locales.*
- Dominguez, J. (2000). Breve introducción a la cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/237467702_Breve_Introduccion_a_la_Cartografia_y_a_los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_SIG/citation/download
- Escutia-Lara, Y., & Lindig-Cisneros, R. (2012). Dinámica de *Phragmites Australis* y *Schoenoplectus Americanus* en respuesta a la adición de fósforo y nitrógeno en humedales experimentales. *Botanical Sciences*, 90(4), 459-467.
- Escutia-Lara, Y., Lara-Cabrera, S., & Lindig-Cisneros, R. (2009). Efecto del fuego y dinámica de las hidrófilas emergentes en el humedal Mintzita, Michoacan, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80, 771-778.
- Esparza, A., & España, J. (2008). Biomada y forraje, distribución espacial y abundancia de la planta de sotol (*Dasyilirion spp.*) en el ejido de Jazmin. *Revista Investigación Científica. Vol 4., N°2.*
- ESRI. (2018). *ArcGisDesktop*. Obtenido de <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/>

- Florin, M., & Chicote, A. (2003). La producción primaria en humedales: en lagunas o bañados. *Humedales de Iberoamérica*, 130-141.
- Gao, B.-c. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257-266.
- Gielen, E. (1998). Los SIG en el estudio de los humedales. *Noltein SEHUMED*, 5.
- Gonzales, K. (2017). Efecto de la quema de Totora *Schoenoplectus tatora* en su crecimiento y biomasa en el sector Chucuito. *Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Altiplano*.
- Gutierrez, C. (2017). Estimacion de la captura de CO₂ en el juncal del área de conversación regional de la Albufera Medio Mundo (ACRAMM) - Huaura, Lima-Perú. *Tesis de pregrado. Universidad Católica Sedes Sapientiae*.
- Gutierrez, R., Ugarte, L., Arenas, M., & Vasquez, C. (2002). Aves como indicadoras de fluctuaciones de niveles hidricos en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía. *Revista Científica Dilloniana*, 4(1).
- Hanqiu, X. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27:14, 3025-3033, DOI: 10.1080/01431160600589179.
- Hernandez, M. (2010). Suelos de Humedales como Sumideros de Carbono y fuentes de metano. *Terra Latinoamericana*, 28(2).
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.

Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía. (2000). *Plan Maestro Lagunas de Mejía*.

Arequipa: INRENA.

Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía. (2001). *Ficha informativa de los humedales Ramsar*. Ramsar.

Jefatura del Santuario Nacional Lagunas de Mejía. (2015). *Plan Maestro del Santuario Nacional Lagunas de Mejía*. Servicio Natural de Areas Naturales Protegidas por el estado.

Keddy, P. (2010). *Wetland Ecology. Principles & Conservation*. New York: Cambridge University Press.

Lara, E., Simeon, C., & Navarro, J. (2006). Los sistemas de información geográfica. *Geoenseñanza*(11), 16.

Linares, E., Galeano, G., Garcia, N., & Figueroa, Y. (2008). *Fibras vegetales usadas en artesanías en Colombia*. Artesanias de Colombia SA.

Lopez, L., & Rio, J. (2015). *Diccionario de Geografía Aplicada y Profesional*. León: Universidad de León.

McFeeters, S. (2013). Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within a Geographic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquito Abatement: A Practical Approach. *Remote Sens*, 5, 3544-3561; doi:10.3390/rs5073544 .

Meijerink, A. (2007). *Remote Sensing Application to Groundwater*. Paris: UNESCO.

MINAM. (2014). *QUINTO INFORME NACIONAL ANTE EL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA - AÑOS 2010-2013* . Lima.

Ministerio de Agricultura. (2013). *Decreto Supremo que Aprueba la Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre*. Lima: Presidencia de la República.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2010). *Decreto Supremo N° 001-2010-AG .- Reglamento de la Ley de Recursos Hidricos (Ley N° 29338)*.

Ministerio del Ambiente. (2005). *Ley General del Ambiente - Ley N° 28611*. Ministerio del Ambiente.

Ministerio del Ambiente. (2009). *Inventario Nacional Integrado de Emisiones de Gases Efecto Invernadero del Perú en el Año 2000*. Lima: Q&P Impresores.

Ministerio del Ambiente. (2009). *Política Nacional del Ambiente*. Lima: Ministerio del Ambiente.

Morad, M., & Triviño, P. (2001). Sistemas de información geográfica y modelizaciones hidrológicas. *BAGE: Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 31, 23-46.

Morocco, N. (2014). *Reservas de dióxido de carbono almacenado en el sistema suelo - vegetación como parte del servicio ambiental de los humedales del Santuario Nacional Lagunas de Mejía*. Tesis de pregrado: Universidad Nacional de San Agustín.

Olaya, V. (2009). Sistemas de información geográfica libres y geodatos libres como elementos de desarrollo. *Cuadernos Internacionales de Tecnología para el Desarrollo Humano*.

- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2016). *Evaluación Hidrogeológica del "Santuario Nacional Lagunas de Mejía" y ámbito del proyecto Tía María - Año 2016*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Palminteri, S., Powell, G., Ford, G., & Casey, J. (1999). *Applications of a user-friendly GIS to wetlands conservation at the site level*. In *People and Wetlands: The Vital Link, Proceedings of the 7th Meeting of the Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetlands*.
- Palomino, D. (2007). *Estimación del servicio ambiental de captura de CO2 en la flora de los humedales Puerto Viejo*. Tesis de maestría: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Parra, L. (2012). Efectos de distintos niveles de salinidad en especies halófilas en un saladar del Sud de Alicante. *Tesis de pregrado. Universidad Politécnica de Valencia*.
- Pedroza, I., Juarros-Basterrexea, J., Robles-Fernandez, A., Basteiro, J., & Garcia-Cueto, E. (2015). Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿Qué estadístico utilizar? *Universitas Psychologica*, 14(1), 15-24.
- Perez, R., Riveiro, F., Jimenez-Nod, M., Mangianello, L., Vega, C., Cova, R., & Moreno, J. (2017). Water quality assessment in a caribbean saltwater wetland. *Revista Ingeniería UC*, 24(3), 417-427.
- Presidencia de la República. (2001). *Aprueba el Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre - DS 014 - 2001 - AG*.
- Presidencia de la República. (2001). *Decreto Supremo N° 038-2001-AG - Ley de Áreas Naturales Protegidas*.

Presidencia de la República. (2002). *Acuerdo Nacional*. Lima: Biblos SA.

Presidencia de la República. (2004). *Decreto Supremo N° 087-2004-PCM .- Aprueban Reglamento de Zonificación Ecológica Económica (ZEE)*.

Presidencia de la República. (2018). *Aprueban la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021 y su Plan de Acción 2014 - 2018 - DS N°009-2014-MINAM*.

Pucha-Cofrep, F., Fries, A., Cánovas-García, F., Oñate-Valdivieso, F., Gonzales-Jaramillo, V., & Pucha-Cofrep, D. (2017). *Fundamentos de SIG: Aplicaciones con ArcGIS*. Ediloja Cia Ltda.

RAMSAR Convention of Wetlands. (2018). *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands*. Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.

Rivera, W. (2019). Tolerancia y capacidad de aclimatación de especies arbóreas a estrés hídrico y salino utilizadas en la rehabilitación de humedales urbanos costeros. *Universidad de Puerto Rico*.

Robles, A. (2008). Biomasa y forraje, distribución espacial y abundancia de la planta de sotol (*dasyliirion* spp.) En el ejido el jazmín, Mazapil, zacatecas, México*1. *Revista de Investigacion Científica*.

Rutgnitz, M., Chacon, M., & Porro, R. (2009). *Guia para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*. Lima: Centro Mundial Agroforestal.

Sabaj, V. (2011). *Extracción de "juncos" Schoenoplectus Californicus en el área protegida Humedales de Santa Lucia (Uruguay): Contexto ecológico, socioespacial y*

perspectivas de manejo sustentable. Tesis de maestría: Universidad de la República Uruguay.

Salvador, M., & Lagos, M. (2010). Estimación de vegetación, humedad superficial y cuerpos de agua utilizando percepción remota: Salar Brinkerhoff, desierto de Atacama, Chile.

Obtenido de ResearchGate:

https://www.researchgate.net/publication/282648319_Estimacion_de_vegetacion_humedad_superficial_y_cuerpos_de_agua_utilizando_percepcion_remota_Salar_Brinkerhoff_desierto_de_Atacama_Chile

Sanchez, O., Herzig, M., Peters, E., Marquez, R., & Zambrano, L. (2007). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Mexico: Instituto Nacional de Ecología.

Sanchez, R. (2015). t-Student. Usos y abusos. *Revista mexicana de cardiología*, 26(1).

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). Manejo de Humedales: Marcos para manejar Humedales de Importancia Internacional y otros Humedales. En S. d. Ramsar, *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales* (4ta ed., Vol. 18).

SERNANP. (23 de 2 de 2015). *Sernanp.gob.pe*. Recuperado el 2018 de 10 de 12, de Detalle de noticias: <https://www.sernanp.gob.pe/noticias-leer-mas/-/publicaciones/c/santuario-nacional-lagunas-de-mejia-celebra-31-aniversario-100375>

Servicio Natural de Areas Naturales Protegidas por el Estado. (s.f.). *Humedales en áreas protegidas, fuentes de vida y desarrollo*. Ministerio del ambiente.

Tabilo, E. (2003). *El beneficio de los humedales en la region Neotropical Centro Neotropical de Entrenamiento de Humedales*. La Serena, Chile.

Trama, F. (2005). *Manejo activo y restauración del Humedal Palo Verde: Cambios en las coberturas de vegetación y respuesta de las aves acuáticas*. Costa Rica: Universidad Nacional Heredia.

Valladares, F., Vilagrosa, A., Peñuelas, J., Romá, O., Camarero, J., Corcuera, L., . . . Gil-Pelegrián, E. (2004). Estrés hídrico: ecofisiología y escalas de la sequía. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*.

Villamarin, C. (2010). *Cambio espacio temporal de las unidades de vegetación en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía*. Tesis de pregrado: Universidad Nacional de San Agustín.

Wetzel, L. (2001). *Limnology. Lake and river ecosystems*. San Diego, California: Academic.

ANEXOS

Anexo 1: Resolución de permiso para realizar la investigación

**MINISTERIO DEL AMBIENTE
SERVICIO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS-SERNANP
SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJIA
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"**

Islay, 02 de agosto del 2017

CARTA N° 008-2017-SERNANP-SNLM-J

KADY FIORELLA CARPIO MIRANDA
DNI: 70810802

Presente.-

Asunto: Notifico Resolución del Jefe del Área Natural Protegida

Por medio de la presente, se le hace de conocimiento y a la vez entrega física de la Resolución del Jefe del Área Natural Protegida Santuario Nacional Lagunas de Mejía N° 004-2017-SERNANP-JEF, que consta de 05 hojas; para realizar una investigación científica en el ámbito del Santuario Nacional Lagunas de Mejía; a la vez se le recomienda cumplir con las pautas mencionadas en dicho documento; finalmente se le hace de conocimiento que una vez concluida su investigación, tiene el plazo de 01 año para enviar una copia en físico y digital del Documento Final de la Investigación a esta jefatura.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para expresarle los sentimientos de estima y consideración.

Atentamente,


**SERVICIO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS POR EL ESTADO
Santuario Nacional Lagunas de Mejía**

Bigo, Lizbeth Hernán Aldude
Jefe (e)

LHA/
Cc. Arch.

Km. 32 de la Carretera Panamericana,
Mejía - Deán Valdivia, Islay, Arequipa
RPM: 968218434
Email: lhernani@sernanp.gob.pe

Anexo 2: Solicitud de permiso para la Autoridad del Santuario Nacional Lagunas de Mejía



Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

"IN SCIENTIA ET FIDE ERIT FORTITUDO NOSTRA"
(En la Ciencia y en la Fe está nuestra Fortaleza)

Arequipa, 18 de julio del 2017

CARTA N° 055-EPIA-2017

Señores
SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA
Arequipa.-

De mi especial consideración:

Tengo a bien dirigirle el presente para llevarle el saludo Institucional de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, y en especial de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, y a la vez presentarle a la señorita bachiller:

KADY FIORELLA CARPIO MIRANDA

La mencionada, se encuentra desarrollando el plan de tesis titulado: **"CARACTERIZACIÓN DE LA FORMACIÓN DE *scirpus americanus* "JUNCO" Y SU RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN DE LOS ESPEJOS LAGUNARES DEL SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA, AREQUIPA, 2017"**. Por tal motivo, le solicito se sirva brindar las facilidades a nuestra señorita bachiller para el cumplimiento de su cometido.

Por la atención que le merezca la presente, le manifestamos nuestro agradecimiento.

Concedores de su amplio espíritu de colaboración, hago propicia la ocasión para reiterar los sentimientos de mi mayor consideración y deferencia personal.

Atentamente.

MGM/DEPIA
C.e. Acsh.
C.e.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
Mouillon
ING. MILAGROS SOCORRO GUILLEN MALAGA
DIRECTIVA DE LA ESCUELA PROFESIONAL
DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Anexo 3: Solicitud de autorización para realizar la investigación en áreas protegidas

ANEXO 1

SOLICITUD DE EVALUACIÓN PREVIA

Solicito: Autorización para realizar investigación en Áreas Naturales Protegidas del SINANPE, hasta por el periodo de 8 meses

A LA JEFATURA DE ANP / DIRECCION DE GESTION DE LAS AREAS NATURALES PROTEGIDA SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA

Kady Fiorella Carpio Miranda, identificado con DNI 70810802, con domicilio para estos efectos en la Urb. Juan Pablo Vizcardo y Guzmán I Etapa J-15 del distrito de José Luis Bustamante y Rivero, de la provincia de Arequipa, del departamento de Arequipa, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Santa María; ante usted con el debido respeto, me presento y expongo:

De conformidad con el procedimiento N° 4 del Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del SERNANP, solicito autorización para realizar investigación científica titulada "CARACTERIZACIÓN DE LAS FORMACIONES DE Scirpus americanus 'JUNCO' Y SU RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN DE LOS ESPEJOS LAGUNARES DEL SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA, AREQUIPA - 2017.", la misma que se encuentra en uno o mas supuestos:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| a) El ingreso a ámbitos de acceso restringido | <input checked="" type="checkbox"/> |
| b) La colecta de muestras biológicas | <input checked="" type="checkbox"/> |
| c) Alteración del entorno o instalación de infraestructura en el caso de áreas naturales protegidas de administración nacional. | <input type="checkbox"/> |
| d) Uso de equipo o infraestructura de ANP de administración nacional. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| e) Investigación en predios privados | <input checked="" type="checkbox"/> |

Dicha investigación se realizará en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía, por el plazo de 8 meses, para lo cual de acuerdo a lo especificado en el TUPA de SERNANP se alcanza el Plan de Investigación respectivo, a fin de que sea evaluado y de estar conforme se me otorgue la autorización.

Finalmente, declaro bajo juramento tener pleno conocimiento de los alcances del Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM y las Disposiciones Complementarias del SERNANP, por ende declaro dar fiel cumplimiento a las obligaciones y compromisos que se despendan de la emisión de la autorización.

Por lo expuesto, agradeceré a usted acceder a lo solicitado.

Arequipa, 26 de Mayo del 2017



Carpio Miranda Kady Fiorella

Contactarme a
Correos Electrónicos : carpio.16.kf@gmail.com
Teléfono Móvil : 962038976

Declaro bajo juramento que toda la información proporcionada es veraz, así como los documentos presentados son auténticos, en caso contrario, me someto al procedimiento y a las sanciones previstas en la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General.

Anexo 4: Solicitud de información de parámetros del agua en la laguna



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado:1350

AREQUIPA - PERÚ

"IN SCIENTIA ET FIDE ERIT FORTITUDO NOSTRA"
(En la Ciencia y en la Fe está nuestra Fortaleza)

Arequipa, 25 de mayo del 2018

CARTA N° 053-EPIA-2018

Señor
Ing. DARIO OVIEDO
Director del Departamento de Servicios Ambientales
Southern Copper Corporation
Presente.-

De mi especial consideración:

Tengo a bien dirigirle el presente para llevarle el saludo Institucional de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, y en especial de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, y a la vez presentarle al (la) señor (ita):

KADY FIORELLA CARPIO MIRANDA

Bachiller de nuestra Escuela Profesional con código: 2012204882, quien se encuentra realizando la tesis titulada: **"CARACTERIZACIÓN DE LA FORMACIÓN DE *scirpus americanus* JUNCO Y SU RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN DE LOS ESPEJOS LAGUNARES DEL SANTUARIO NACIONAL LAGUNAS DE MEJÍA, AREQUIPA 2017"**. Por tal motivo, le solicito se sirva facilitar la información a nuestra egresada para el desarrollo de su investigación, quien solicita tener acceso a los informes ambientales, realizados en las lagunas del Santuario Nacional Lagunas de Mejía de los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2017.

Para cualquier coordinación el número telefónico de la Universidad Católica de Santa María es el 054-382038, anexo de la Escuela Profesional es el 1411.

Concedores de su amplio espíritu de colaboración, hago propicia la ocasión para reiterar los sentimientos de mi mayor consideración y deferencia personal.

Atentamente.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



Ing. MILAGROS SOCORRO GUILLEN MALAGA
DIRECTORA DE LA ESCUELA PROFESIONAL
DE INGENIERÍA AMBIENTAL

MSCM/DEPIA
Cc. Arch
Cc.

Anexo 5: Memorándum de respuesta a la solicitud de acceso a la información pública

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
RESPONSABLE DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA
RECIBIDO
15 MAYO 2018
VISTO: Hora 16:43
Firma:

MEMORANDO N.º 492 -2018-OEFA/DEAM

A : **ENRIQUE FÉLIX PRIORI SANTORO**
Responsable de Acceso a la Información Pública

ASUNTO : Atención de la solicitud de acceso a la información pública presentada por la señora Kady Fiorella Carpio Miranda

REFERENCIA : Memorando N.º 623-2018-OEFA/RAI
(Hoja de trámite N.º 2018-E01-041441)

FECHA : **15 MAYO 2018**

Me dirijo a usted para saludarlo cordialmente y, en atención al Memorando N.º 585-2018-OEFA/RAI, dar respuesta a la solicitud de acceso a la información pública presentada por la señora Kady Fiorella Carpio Miranda referida a lo siguiente:

«[SIC] Buenas tardes, la información que necesito es el Informe N°00120-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI titulado Evaluación hidrogeológica del Santuario Nacional Lagunas de Mejía y ámbito del Proyecto Tía María (2016), y el informe 00123-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI titulado Evaluación Ambiental de la Cuenca Tambo Durante el año 2016, obtuve parte de este pero en calidad de escaneo, por lo cual no se notan o no se visualiza con claridad cuadros, gráficos y en especial mapas : esta información la requiero para sustentar mi tesis que realizada en el santuario, por lo cual agradecería poder obtener la información con suma urgencia».

Se comunica que la Dirección de Evaluación Ambiental, en el marco de la función evaluadora¹, realizó las siguientes actividades:

INFORME N.º	Descripción de la actividad	Fecha de la actividad
120-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI	Evaluación hidrobiológica del «Santuario Nacional Lagunas de Mejía» y ámbito del Proyecto Tía María.	2016
123-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI	Evaluación ambiental de la cuenca Tambo.	2016

Se adjunta la versión digital de los informes descritos anteriormente.

Atentamente:

LÁZARO WALTER FAJARDO VARGAS
Director (e)
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental–OEFA

DEAM/gys

Se adjunta:

- Un (1) DVD que contiene los Informes N°120-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI y N°123-2017-OEFA/DE-SDLB-CEAI.

¹ Ley N.º Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, modificada por la Ley N.º 30011 «Artículo 11.- Funciones generales
11.1 El ejercicio de la fiscalización ambiental comprende las funciones de evaluación, supervisión, fiscalización y sanción destinadas a asegurar el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables establecidas en la legislación ambiental, así como de los compromisos derivados de los instrumentos de gestión ambiental y de los mandatos o disposiciones emitidos por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), en concordancia con lo establecido en el artículo 17, conforme a lo siguiente:
a) Función evaluadora: comprende las acciones de vigilancia, monitoreo y otras similares que realiza el OEFA para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales».

Anexo 6: Galería fotográfica



Imagen 1: Cosecha de parcelas para cálculo de biomasa y densidad



Imagen 2: Conteo de ramets de junco



Imagen 3: Pesaje de ramets por parcela



Imagen 4: Muestras empaquetadas para la estufa



Imagen 5: Pesaje de muestra retirada de la estufa



Imagen 6: Parcela PT-1 (Zona Húmeda)



Imagen 7: Parcela PT-2 (Zona Seca)



Imagen 8: Parcela instalada en el agua ES-01



Imagen 9: Parcela instalada en el agua ES-02



Imagen 10: Parcela instalada en el agua ES-03



Imagen 11: Parcela instalada en el agua ES-04

Anexo 7: Peso fresco y seco de la muestra del junco

	Unidad	Peso seco muestra	Peso fresco muestra	Peso fresco total	Peso Seco Total
P-1	g	231.446	463.312	5793.36	2894.05
P-2	g	127.59	439.02	3384.52	983.62
P-3	g	141.19	383.02	4136	1524.62
P-4	g	244.66	555.24	6169.3	2718.43
P-5	g	149.19	401.04	4146.34	1542.47
P-6	g	340.09	547.64	6990.7	4341.30
P-7	g	259.74	569.38	6263.8	2857.42
P-8	g	470.4	708.18	9811.84	6517.40
P-9	g	359.33	570.8	6875.88	4328.50
P-10	g	135.14	363.14	4035.34	1501.72
P-11	g	139.45	403.84	3455.94	1193.37
P-12	gr	118.83	359.46	3273.02	1081.99



Anexo 8: Biomasa obtenida de la laguna Iberia

N°	GRIDCODE	Categoría	Área (m ²)
1	4	Alta	556.38
2	3	Media	2938.17
3	3	Media	15.76
4	1	Muy Baja	18892.63
5	2	Baja	7416.41
6	4	Alta	24.6
7	3	Media	24.6
8	3	Media	24.6
9	5	Muy Alta	4791.69
10	5	Muy Alta	75.97
11	5	Muy Alta	24.6
12	4	Alta	3948.33
13	4	Alta	24.6
14	4	Alta	49.21
15	2	Baja	5489.01
16	1	Muy Baja	1176.07
17	4	Alta	4423.5
18	3	Media	12557.3
19	2	Baja	4514.85
20	2	Baja	7628.82
21	1	Muy Baja	2655.69
22	3	Media	6780.39
23	4	Alta	3359.64
24	1	Muy Baja	16.84
25	1	Muy Baja	24.6
26	3	Media	3062.52
27	1	Muy Baja	3009.46
28	1	Muy Baja	16.84
29	2	Baja	1562.34
30	1	Muy Baja	146.6
31	1	Muy Baja	24.6
32	1	Muy Baja	24.6
33	1	Muy Baja	75.96
34	1	Muy Baja	1522.39
35	1	Muy Baja	10333.61
36	1	Muy Baja	1022.85
37	2	Baja	2209.88
38	2	Baja	12299.56
39	2	Baja	1178.33
40	3	Media	74.31
41	3	Media	24.6
42	4	Alta	200.33
43	3	Media	11905.96
44	4	Alta	1586.6

Anexo 9: Densidad de ramets en la Laguna Iberia

N°	GRIDCODE	Categoría	Área (m²)
1	1	Muy Baja	6256.22
2	4	Alta	772.11
3	3	Media	4596.31
4	4	Alta	24.6
5	3	Media	467.91
6	4	Alta	24.6
7	5	Muy Alta	4004.31
8	5	Muy Alta	24.6
9	5	Muy Alta	24.6
10	5	Muy Alta	24.6
11	4	Alta	13017.77
12	3	Media	9438.55
13	2	Baja	29393.61
14	2	Baja	5385.15
15	1	Muy Baja	2454.9
16	3	Media	7206.36
17	4	Alta	4669.05
18	1	Muy Baja	16.84
19	1	Muy Baja	24.6
20	1	Muy Baja	3009.46
21	3	Media	2732.8
22	1	Muy Baja	16.84
23	2	Baja	1954.22
24	1	Muy Baja	146.6
25	1	Muy Baja	24.6
26	1	Muy Baja	24.6
27	1	Muy Baja	75.96
28	1	Muy Baja	718.58
29	1	Muy Baja	8873.57
30	1	Muy Baja	75.96
31	1	Muy Baja	111.62
32	2	Baja	3750.4
33	2	Baja	11794.22
34	2	Baja	1128.63
35	3	Media	38.1
36	3	Media	74.31
37	3	Media	24.6
38	3	Media	12580.19
39	4	Alta	2422.37

Anexo 10: Nivel Hídrico En El Santuario Nacional Lagunas De Mejía - Laguna Iberia Sur

Mes	Días																															Prom	Cota		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
ENE		1.77		1.77		1.81		1.84		1.85		1.87		1.89		1.92		1.91		1.93		1.95		1.94		1.98		1.99		2.00		1.89	1.39		
FEB	2			2.01			2.01			2.02			2.04			1.99				2			2.03				2.07					2.02	1.52		
MAR		2.25		2.21		2.18		2.17		2.17		2.15		2.14		2.14		2.14		2.16		2.15		2.13		2.14		2.14		2.15		2.16	1.66		
ABR	2.16		2.18				2.16			2.15				2.15			2.15				2.14				2.13				2.1			2.15	1.65		
MAY		2.08			2.04			2				1.99			1.95			1.91				1.9				1.87			1.88			1.96	1.46		
JUN		1.91		1.89		1.85		1.84		1.86		1.85		1.83		1.83		1.8		1.81		1.82		1.83		1.84		1.83		1.83		1.84	1.34		
JUL		1.83		1.83		1.85		1.84		1.85		1.85		1.85		1.84		1.85		1.86		1.86		1.87		1.87				1.88		1.85	1.35		
AGO	1.89		1.88		1.88		1.88		1.88		1.88						1.89		1.89		1.89		1.89		1.88		1.88		1.89		1.90	1.89	1.39		
SEP		1.9		1.89		1.9		1.89		1.89		1.9		1.9		1.9		1.89		1.91		1.91		1.91		1.91		1.89		1.88		1.90	1.40		
OCT		1.89		1.89				1.89		1.88		1.89		1.89		1.88		1.89		1.91		1.91		1.89		1.89		1.89		1.88		1.89	1.39		
NOV		1.88			1.89		1.89		1.85			1.86		1.87		1.86		1.87		1.86		1.86		1.86				1.85		1.85		1.82		1.86	1.36
DIC			1.81		1.82		1.83			1.83		1.82		1.8			1.8		1.8		1.79				1.79		1.83		1.83			1.84	1.81	1.31	

Anexo 11: Expansión del Junco hacia la parte externa (Zona Húmeda, ES01 - cm)

	PN	PC	PS	Promedio	Acumulado
Setiembre	2	0	1	1,0	3
Octubre	5	5	4	4,7	14
Noviembre	4	6	-7	1,0	3
Diciembre	8	15	3	8,7	26

Nota: Elaboración propia en base a datos obtenidos en la laguna.

Anexo 12: Incremento de Ramets (Zona Húmeda, ES01 - cm)

	PN	PC	PS	Promedio	Acumulado
Setiembre	1	-5	-2	-2,0	-6,0
Octubre	4	-1	-9	-2,0	-6,0
Noviembre	11	18	8	12,3	37,0
Diciembre	5	5	1	3,7	11,0

Nota: Elaboración propia en base a datos obtenidos en la laguna.

Anexo 13: Expansión del Junco hacia la parte externa (Zona Húmeda, ES02 - cm)

	PN	PC	PS	Promedio	Acumulado
Setiembre	13	6	14	11,0	33
Octubre	-1	13	11	7,7	23
Noviembre	-1	18	12,5	9,8	29,5
Diciembre	30	4	-1,5	10,8	32,5

Nota: Elaboración propia en base a datos obtenidos en la laguna.

Anexo 14: Incremento de Ramets (Zona Húmeda, ES02 - cm)

	PN	PC	PS	Promedio	Acumulado
Setiembre	14	15	19	16,0	48,0
Octubre	14	8	65	29,0	87,0
Noviembre	12	48	9	23,0	69,0
Diciembre	15	40	166	73,7	221,0

Nota: Elaboración propia en base a datos obtenidos en la laguna.

Anexo 15: Expansión del Junco hacia la parte externa (Zona Húmeda, ES03 - cm)

	PN	PC	PS	Promedio	Acumulado
Setiembre	6	-3	3	2,0	6
Octubre	-1	4	10	4,3	13
Noviembre	1	2	-2	0,3	1
Diciembre	2	2	10	4,7	14

Nota: Elaboración propia en base a datos obtenidos en la laguna.

Anexo 16: Incremento de Ramets (Zona Húmeda, ES03 - cm)

	PN	PC	PS	Promedio	Acumulado
Setiembre	0	2	-3	-0,3	-1,0
Octubre	-5	5	7	2,3	7,0
Noviembre	27	12	6	15,0	45,0
Diciembre	4	5	-2	2,3	7,0

Nota: Elaboración propia en base a datos obtenidos en la laguna.

Anexo 17: Expansión del Junco hacia la parte externa (Zona Seca, ES04 - cm)

	PN	PC	PS	Promedio	Acumulado
Setiembre	2	13	6	7,0	21
Octubre	5	-1	-1	1,0	3
Noviembre	4	-1	1	1,3	4
Diciembre	8	30	2	13,3	40

Nota: Elaboración propia en base a datos obtenidos en la laguna.

Anexo 18: Incremento de Ramets (Zona Seca, ES04 - cm)

Mes	PN	PC	PS	Promedio	Acumulado
Setiembre	6	-3	0	1,0	3,0
Octubre	12	1	5	6,0	18,0
Noviembre	-9	9	11	3,7	11,0
Diciembre	11	12	27	16,7	50,0

Nota: Elaboración propia en base a datos obtenidos en la laguna.

Anexo 19: Crecimiento del junco con corte aéreo en la zona húmeda (cm)

Tallos	1° mes	2° mes	3° mes	4° mes
1	24.4	71.8	95.6	97.5
2	35	69.8	87.2	84.0
3	30.6	76.4	104.3	103.7
4	26	69.3	99.1	109.4
5	17.7	61.7	97.0	105.0
6	29.4	80.1	86.5	98.2
7	27.4	58.9	74.9	106.9
8	17.7	66.9	67	119.3
9	26.2	66.4	97.1	120.8
10	32.2	89	98.2	117.1
11	18.5	83.5	78.3	108.4
12	46.8	58.9	72.6	115.5
13	26.4	73.8	88.3	127.0
14	39	58.3	107.2	93.8
15	32.5	84.6	100.2	117.4
16	17.9	47.8	91.3	88.9
17	38.5	50.2	78	111.8
18	36.7	73.3	72.8	122.6
19	30.2	62.5	85.8	107.6
20	29.9	79.7	95.3	119.7
21	31.8	60.9	73.3	81.8
22	29.8	48.4	78.6	112.1
23	36.4	54.8	106.0	124.8
24	19.3	70	102.4	110.3
25	20.7	69.4	78.9	105.8
26	30.1	72.2	95.9	85.6
27	38.9	64.8	74.7	111.0
28	40.5	56.9	76.7	110.7
29	33.4	69	79.9	99.8
30	38.6	74.1	97.1	112.4
Promedio	30.08	67.45	88.01	107.63

Anexo 20: Crecimiento del junco con corte subterráneo en la zona húmeda

Tallos	1° mes	2° mes	3° mes	4° mes
1	14.2	25.8	91.5	104.5
2	13.4	48.9	55.7	85.9
3	18	50	58.6	82
4	17.5	37.9	62.2	86.1
5	13.1	43.1	56.5	94.2
6	10.4	62.9	78.8	100.9
7	17	26.7	76	92.8
8	13.7	48.9	77.7	84.9
9	13.1	42	58.8	103.5
10	17.7	36.1	77.4	91.2
11	15.8	44.2	87.7	82
12	18.4	60.9	56.2	91.6
13	17.4	25.8	85.2	86.7
14	15.6	44.9	88.5	102.8
15	16.7	50.5	76.8	95
16	12.8	31.2	66.4	99.6
17	14.7	69	89	90.5
18	14	42.9	72.5	80.7
19	18.5	22.8	78.9	85.8
20	16.7	42.9	73.8	105.9
21	15.8	34.6	88.3	81.8
22	15.9	37.9	84.6	95.2
23	11.8	49.1	74.8	94.6
24	9.8	62.9	70.2	79.9
25	16.4	54.6	68.3	81.2
26	17.3	28.2	79.5	105.7
27	17.8	24.6	80.7	110.3
28	20	32.9	79.9	80.5
29	16.4	59.2	68.4	85.9
30	17.2	33.3	64.8	91.4
Promedio	15.57	42.49	74.26	91.77

Anexo 21: Crecimiento del junco con corte aéreo en la zona seca

Tallos	1° mes	2° mes	3° mes	4° mes
1	15.8	27.2	56.7	74.9
2	16.8	30.9	49.4	55.6
3	17.9	18.1	70.8	57.5
4	25.5	26	68.4	74.6
5	11.8	18.9	63.9	65.7
6	14.3	34.6	51.7	66.1
7	24.4	22.2	73.4	55.1
8	23	33.6	63.2	50.4
9	8.6	32.3	37.2	50
10	17.3	28.2	66.7	77.3
11	12.6	33.4	53.5	64.8
12	16.5	28.4	57.8	56.6
13	17.6	28	39.4	59.7
14	23.2	23.2	58.9	79.4
15	17	21.9	48.3	56.1
16	10.2	30.8	39.4	59.7
17	13	27.4	48.7	59.6
18	13.1	18.2	65.7	68.4
19	22	25.1	78.9	73.7
20	12.9	30	78.5	54.8
21	13.8	34.1	45.9	55.9
22	18.1	25.5	66	62.1
23	13.2	32.3	58.5	53.2
24	23.1	20.7	49.2	61.2
25	21.9	30.5	46.3	80.2
26	9.6	26.6	38.7	71.8
27	12.6	34.7	66	61.2
28	7.3	24.5	49.3	64.3
29	12.6	30	56.5	70.4
30	22.3	33.6	49.5	66
Promedio	16.27	27.7	56.55	63.54

Anexo 22: Crecimiento del junco con corte subterránea en la zona seca

Tallos	1° mes	2° mes	3° mes	4° mes
1	15.8	27.2	56.7	74.9
2	16.8	30.9	49.4	55.6
3	17.9	18.1	70.8	57.5
4	25.5	26	68.4	74.6
5	11.8	18.9	63.9	65.7
6	14.3	34.6	51.7	66.1
7	24.4	22.2	73.4	55.1
8	23	33.6	63.2	50.4
9	8.6	32.3	37.2	50
10	17.3	28.2	66.7	77.3
11	12.6	33.4	53.5	64.8
12	16.5	28.4	57.8	56.6
13	17.6	28	39.4	59.7
14	23.2	23.2	58.9	79.4
15	17	21.9	48.3	56.1
16	10.2	30.8	39.4	59.7
17	13	27.4	48.7	59.6
18	13.1	18.2	65.7	68.4
19	22	25.1	78.9	73.7
20	12.9	30	78.5	54.8
21	13.8	34.1	45.9	55.9
22	18.1	25.5	66	62.1
23	13.2	32.3	58.5	53.2
24	23.1	20.7	49.2	61.2
25	21.9	30.5	46.3	80.2
26	9.6	26.6	38.7	71.8
27	12.6	34.7	66	61.2
28	7.3	24.5	49.3	64.3
29	12.6	30	56.5	70.4
30	22.3	33.6	49.5	66
Promedio	16.27	27.7	56.55	63.54

Anexo 23: Procedimiento de la T de student para comparación del crecimiento del junco

Se dio inicio al procedimiento, tal como lo menciona Sánchez (2015) verificando normalidad de la distribución de las muestras con el siguiente resultado:

Prueba de normalidad							
	Tipo de Corte	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Crecimiento en la Zona Húmeda	Corte Subterráneo	0,147	30	0,097	0,931	30	0,051
	Corte Aéreo	0,114	30	,200*	0,952	30	0,188
Crecimiento en la Zona Seca	Corte Subterráneo	0,107	30	,200*	0,953	30	0,209
	Corte Aéreo	0,157	30	0,056	0,931	30	0,054

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Ya que la muestra seleccionada es de 30 observaciones se utilizarán los parámetros correspondientes a la prueba de Shapiro-Wilk, la cual es una de las pruebas más consolidadas y con mayor potencia estadística para medir normalidad en muestras pequeñas.

(Pedroza, Juarros-Basterrexea, Robles-Fernandez, Basteiro, & Garcia-Cueto, 2015)

Esta prueba funciona bajo los siguientes supuestos:

Ho: Tiene una distribución normal

H1: Tiene una distribución no normal

Como se observa en la tabla anterior, los datos para el crecimiento del Junco en la zona húmeda y seca, para los dos tipos de cortes muestran tener distribuciones normales ($P > 0,05$)

Seguidamente se aplicó la comprobación de la *T de Student* para poder identificar si existe diferencia estadísticamente significativa, categorizándose según la zona:

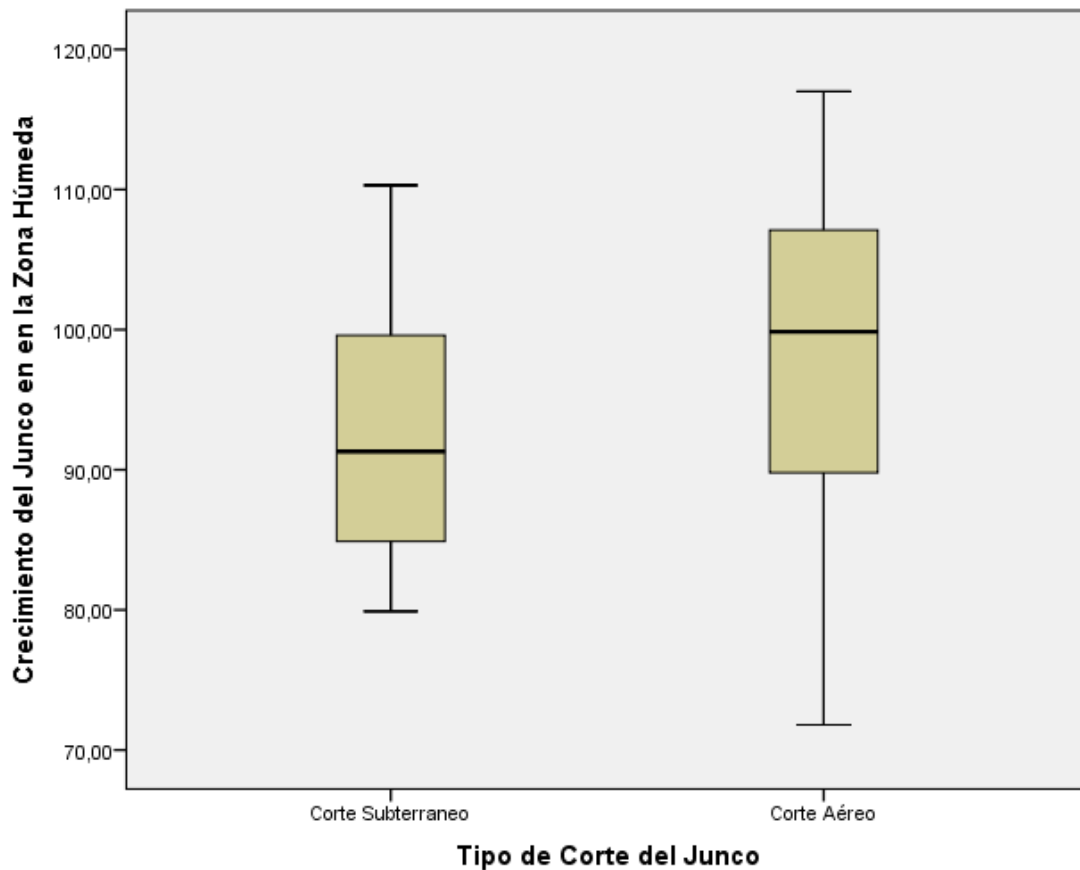
Para el crecimiento del Junco en la Zona Húmeda tenemos

Estadísticas de grupo

	Tipo de Corte	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Crecimiento en la Zona Húmeda	Corte Subterráneo	30	91,77	8,99119	1,64156
	Corte Aéreo	30	97,63	12,06351	2,20249

Nota: Elaboración propia

Como se observa la muestra consta de 30 observaciones donde el crecimiento promedio para el junco con corte subterráneo es de 91,78 cm con una desviación estándar de 8,99 cm, mientras que para el de corte aéreo es de 97,63 cm con una desviación estándar de 12,06 cm.



Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene		Prueba t para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
								Inferior	Superior	
Crecimiento en la Zona Húmeda										
	Se asumen varianzas iguales	1,401	0,241	2,133	58	0,037	-5,86	2,74694	11,35859	-0,36141
	No se asumen varianzas iguales			2,133	53,621	0,037	-5,86	2,74694	11,36817	-0,35183

Nota: Elaboración propia

En primera instancia se puede observar los resultados de la prueba de Levene la cual se utiliza para comprobar la igualdad de las varianzas, esta es usualmente preferida ya que entre una de sus características más importante tenemos que es poco sensible a las desviaciones de normalidad. (Correa, Iral, & Rojas, 2006)

Esta prueba funciona bajo los siguientes supuestos:

Hi: Las varianzas no son iguales.

Ho: Las varianzas son iguales.

En este caso rechazamos la hipótesis alternativa ($p > 0,05$) aceptando la hipótesis nula que indica que las varianzas son iguales.

Seguidamente tenemos la prueba T que mide la igualdad de medias, esta prueba trabaja con los siguientes supuestos:

Hi: Hay diferencia de medias.

Ho: No hay diferencia de medias.

Observando tenemos un coeficiente de 0,037 (Anexo xx) con lo cual aceptamos la hipótesis alternativa ($p < 0,05$) que nos dice que, si hay una diferencia estadísticamente significativa en el crecimiento, donde el junco de corte aéreo para la zona húmeda tiene un crecimiento mayor respecto de aquel de corte subterráneo.

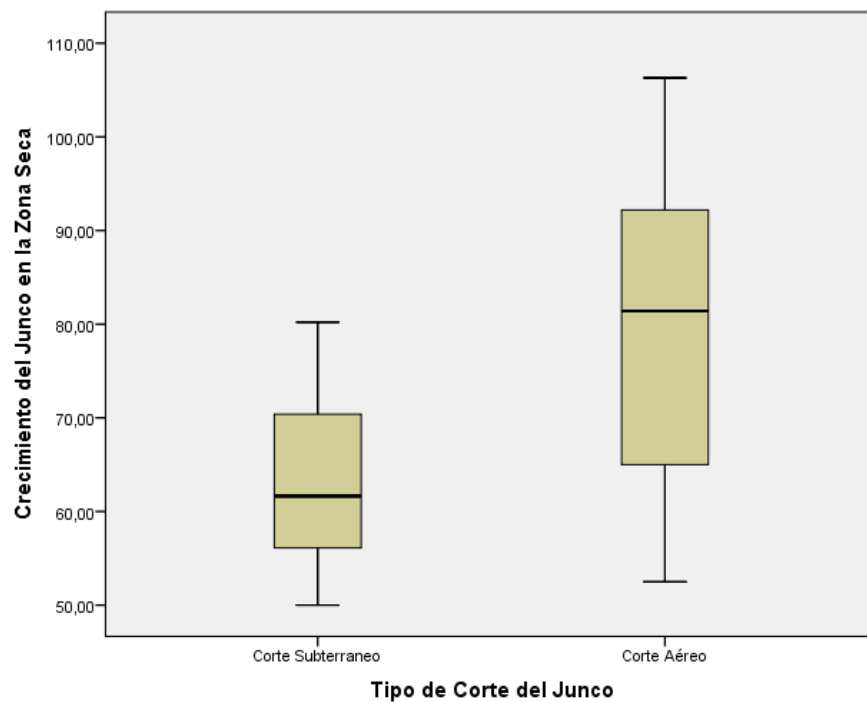
En cuanto del crecimiento del Junco en la Zona Seca tenemos lo siguiente:

Estadísticas de grupo

	Tipo de Corte	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Crecimiento en la Zona Seca	Corte Subterráneo	30	63,5433	8,63304	1,57617
	Corte Aéreo	30	79,5367	16,7361	3,05558

Nota: Elaboración propia

En cuanto de la zona seca tenemos al igual que la zona húmeda 30 observaciones, de las cuales el junco de corte subterráneo tiene una media de 89,54 cm con una desviación estándar de 16,74 cm, y el junco de corte aéreo obtiene una media de 53,54 cm con una desviación estándar de 8,63 cm.



Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Crecimiento en la Zona Seca	Se asumen varianzas iguales	22,485	0	4,652	58	,00	15,999333	3,43815	-22,87554	-9,11113
	No se asumen varianzas iguales			4,652	43,412	,00	15,999333	3,43815	-22,87554	-9,11113

Nota: Elaboración propia

Como se observa en la prueba de Levene las varianzas de la muestra no son iguales ($p < 0,05$) por lo que se analizan los resultados no paramétricos de la prueba T que nos indica

que, en efecto, existe una diferencia en el crecimiento del Junco de acuerdo al tipo de corte realizado en la zona seca, donde el Junco de corte aéreo presenta un mayor crecimiento significativo en relación al corte subterráneo.

Análisis del crecimiento del junco según la zona

Seguidamente se comparó la diferencia del crecimiento promedio del Junco para la Zona Húmeda y la Zona seca.

Pruebas de normalidad						
Zona	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Crecimiento del Junco (Promedio)	Húmeda	0,104	30	,200*	0,97	30 0,547
	Seca	0,123	30	,200*	0,97	30 0,544

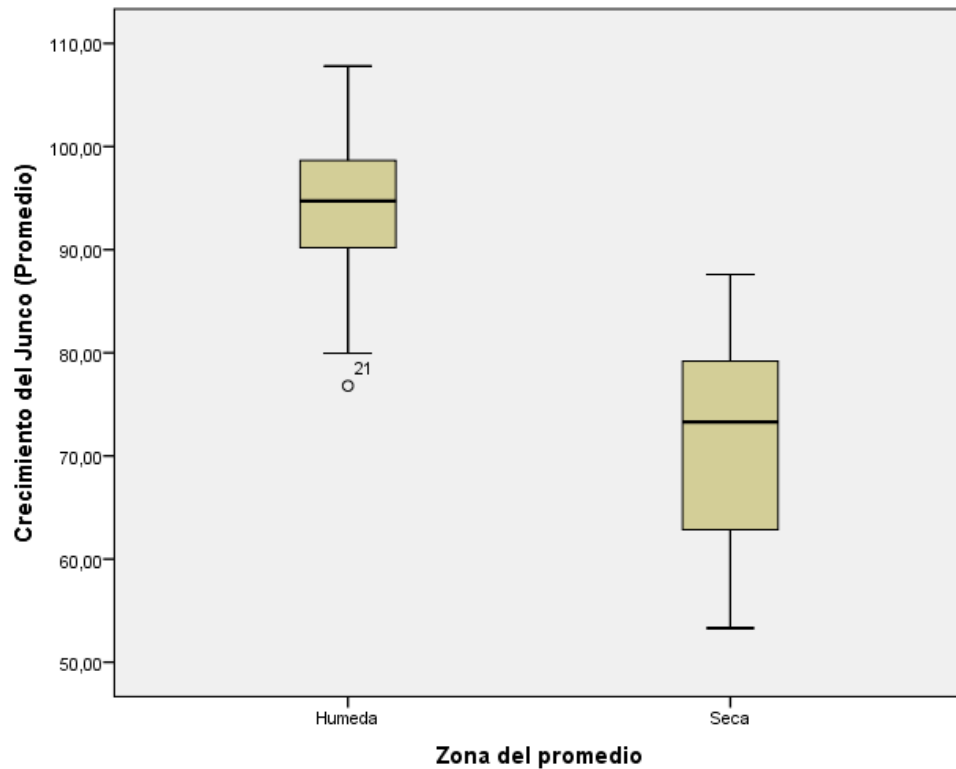
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como se observa en el estadístico de Shapiro-Wilk vemos que la distribución para ambas muestras es normal ($p > 0,05$)

Estadísticas de grupo					
	Zona	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Crecimiento del Junco (Promedio)	Húmeda	30	94,7	7,18646	1,31206
	Seca	30	71,54	9,30049	1,69803

Nota: Elaboración propia



Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene		Prueba t para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
								Inferior	Superior	
Crecimiento del Junco (Promedio)	2,816	0,099	Se asumen varianzas iguales	10,793	58	,00	23,16	2,14588	18,86455	27,45545
			No se asumen varianzas iguales	10,793	54,529	,00	23,16	2,14588	18,85872	27,46128

Nota: Elaboración propia

Como se observa la prueba de Levene ambas muestras tienen varianzas iguales ($p > 0,05$) con lo que procedemos a analizar los resultados de la prueba T para este caso obteniendo que si existe una diferencia significativa a nivel estadístico entre ambas muestras ($p < 0,05$) donde el crecimiento promedio del junco es mayor en la zona húmeda sobre la zona seca.

Anexo 24: Matriz de correlaciones (Parámetros del agua – crecimiento del junco)

Correlaciones

		Conductivida d Eléctrica (Ms/cm)	Salinida d (g/l)	Potasi o (Mg/l)	Oxígen o (Mg/l)	Ph	Temperatur a (°C)	Crecimient o promedio - Ambas zonas (cm)	Avance promedi o del junco (cm)	Increment o promedio de Ramets (unidades)
Conductivida d Eléctrica (Ms/cm)	Correlació n de Pearson	1	,999**	,949	,099	,868	,870	,117	,574	,987*
	Sig. (bilateral)		,001	,051	,901	,132	,130	,883	,426	,013
Salinidad (g/l)	Correlació n de Pearson	,999**	1	,949	,099	,876	,870	,137	,546	,982*
	Sig. (bilateral)	,001		,051	,901	,124	,130	,863	,454	,018
Potasio (Mg/l)	Correlació n de Pearson	,949	,949	1	,406	,968*	,671	-,157	,692	,978*
	Sig. (bilateral)	,051	,051		,594	,032	,329	,843	,308	,022
Oxígeno (Mg/l)	Correlació n de Pearson	,099	,099	,406	1	,532	-,405	-,863	,558	,232
	Sig. (bilateral)	,901	,901	,594		,468	,595	,137	,442	,768
Ph	Correlació n de Pearson	,868	,876	,968*	,532	1	,536	-,193	,584	,897
	Sig. (bilateral)	,132	,124	,032	,468		,464	,807	,416	,103
Temperatura (°C)	Correlació n de Pearson	,870	,870	,671	-,405	,536	1	,543	,241	,791
	Sig. (bilateral)	,130	,130	,329	,595	,464		,457	,759	,209
Crecimiento promedio - Ambas zonas (cm)	Correlació n de Pearson	,117	,137	-,157	-,863	-,193	,543	1	-,674	-,044
	Sig. (bilateral)	,883	,863	,843	,137	,807	,457		,326	,956
Avance promedio del junco (cm)	Correlació n de Pearson	,574	,546	,692	,558	,584	,241	-,674	1	,691
	Sig. (bilateral)	,426	,454	,308	,442	,416	,759	,326		,309
Incremento promedio de Ramets (unidades)	Correlació n de Pearson	,987*	,982*	,978*	,232	,897	,791	-,044	,691	1
	Sig. (bilateral)	,013	,018	,022	,768	,103	,209	,956	,309	

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

Anexo 25: Parámetros de campo de la Laguna Iberia (VT-I-2)

	Unidad	R0657-008	R0729-007	R0830-007	R0921-008	R0969-006
Fecha de colección		8/28/2017	9/25/2017	10/30/2017	11/28/2017	12/19/2017
Hora		13:05	13:00	13:40	12:55	13:20
Nivel	m	-	1.9	1.8	1.8	1.8
Conductividad eléctrica	mS/cm	3.91	3.49	4.36	4.95	5.89
Oxígeno Disuelto	mg/l	9.2	10.3	7.5	9.0	10.2
pH	UNIDAD	8.7	8.5	8.4	8.8	9.0
Salinidad	g/l	2.1	1.8	2.3	2.7	3.2
Temperatura	°C	19	23	28	28	29
Turbidez	UNT	46.6	47.7	25.7	29.4	16.8

Anexo 26: Parámetros de Laboratorio de la Laguna Iberia (VT-I-2C)

	Unidad	R0657-008	R0729-007	R0830-007	R0921-008	R0969-006
Fecha de colección	Unidad	8/28/2017	9/25/2017	10/30/2017	11/28/2017	12/19/2017
Hora		13:05	13:00	13:40	12:55	13:20
Aceites y Grasas	mgl/	-	<3.0	-	-	<3.0
Alcalinidad total	mgl/	143	122	115	110	91.3
Cianuro WAD	mgl/	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cloruros	mgl/	863	894	1012	1166	1375
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mgl/	-	16.2	-	-	5.8
Demanda Química de Oxígeno	mgl/	39.0	30.0	23.0	11.0	49.0
Dureza total (CaCO3)	mgl/	474	497	558	621	711
Fluoruros	mgl/	0.76	-	0.83	0.92	1.06
Fósforo soluble (P-PO4)	mgl/	0.06	0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Nitratos (N-NO3)	mgl/	<0.30	<0.30	<0.30	0.32	<0.30
Nitritos (N-NO2)	mgl/	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Sólidos disueltos totales	mgl/	2422	2492	2760	3088	3792
Sólidos suspendidos totales	mgl/	38.3	48.3	16.0	45.7	15.3
Sulfatos	mgl/	567	516	639	734	889
Coliformes fecales	NMP/100 ml	4.5	-	<1.8	7.8	350
Coliformes totales	NMP/100 ml	49	-	<1.8	7.8	540
Calcio	mgl/	107	114	122	132	158
Magnesio	mgl/	50.0	51.6	61.5	70.6	76.8
Potasio	mgl/	42.4	44.0	45.1	54.5	65.7
Sodio	mgl/	626	607	706	833	981

Anexo 27: Parámetros de Laboratorio de la Laguna Iberia (VT-I-2C) (Continuación)

	Unidad	R0657-008	R0729-007	R0830-007	R0921-008	R0969-006
Fecha de colección		8/28/2017	9/25/2017	10/30/2017	11/28/2017	12/19/2017
Hora		13:05	13:00	13:40	12:55	13:20
Metales totales						
Aluminio	mgl/	1.012	0.534	0.277	0.615	0.212
Antimonio	mgl/	<0.060	<0.060	<0.060	<0.060	<0.060
Arsénico	mgl/	0.250	0.105	0.129	0.130	0.146
Bario	mgl/	0.055	0.052	0.055	0.064	0.064
Boro	mgl/	7.67	7.43	8.38	9.42	10.81
Cadmio	mgl/	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Cobalto	mgl/	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Cobre	mgl/	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Cromo	mgl/	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Hierro	mgl/	0.60	0.48	0.29	0.49	0.20
Manganeso	mgl/	0.080	0.078	0.083	0.094	0.030
Mercurio	mgl/	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Molibdeno	mgl/	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
Niquel	mgl/	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Plomo	mgl/	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Plata	mgl/	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Selenio	mgl/	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002
Zinc	mgl/	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	0.053

Anexo 28: Informe meteorológico Laguna Iberia



PERÚ Ministerio del Ambiente



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" 2018 - 2027
"Año de Diálogo y la Reconciliación Nacional"

**INFORME METEOROLOGICO
(CARTA N°87-EPIA-2019)**

PREPARADO PARA:

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
Atención: Bach. KADY FIORELLA CARPIO MIRANDA**

PERIODO: 2017 – 2018

ESTACION MAP PAMPA BLANCA

PARAMETRO	2017					2018
	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)	0.5	1.4	T	0.7	T	0.0
HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)	80	82	78	75	71	71
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	16.9	16.4	18.1	20.0	22.8	23.8
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C)	20.8	20.4	22.5	24.6	27.2	28.7
TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C)	14.2	14.0	14.9	16.1	18.0	18.9
VIENTO: VELOCIDAD MEDIA MENSUAL (m/seg)	2.1	1.8	2.1	2.2	2.3	2.3
VIENTO: DIRECCIÓN MEDIA MENSUAL	SW	WSW	SW	SW	SW	SW
EVAPORACION TOTAL MENSUAL TANQUE (mm)	3.7	3.6	5.1	6.2	7.3	7.6

T= TRAZA (Precipitación < 0.1)

Arequipa, 24 de junio del 2019



M.Sc. Blgo. Guillermo Edgar Gutiérrez Paco
Director Zonal 6
SENAMHI - Arequipa

Calle Federico Torrico C - 28, Urb. Atlas - Arequipa
Teléfono: 054 - 256118
www.senamhi.gob.pe