



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MEDIOAMBIENTE
MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

**PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DE USOS DE SUELO
ALREDEDOR DE HUMEDALES URBANOS PARA LA
ACTUALIZACIÓN DEL PLAN REGULADOR COMUNAL DE
QUINTERO**

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN
GESTIÓN AMBIENTAL

JOSÉ EDUARDO ANDRADE GONZÁLEZ

Profesor Guía: Mg. Ing. Jairo Valencia Muñoz

Noviembre 2022

Weltschmerz

Si el mundo no es utópico, lo transformamos...

RESUMEN

Los humedales son ecosistemas en donde predomina el régimen hídrico debido a un anegamiento provocado por las características topográficas. Estos ambientes nos entregan varios servicios ecosistémicos, entre los que destaca la provisión de agua y alimentos, lo que ha llevado al humano a preferir hacer sus asentamientos en sectores cercanos a ellos. Debido a la expansión demográfica e industrial que se ha vivido en los últimos siglos, sumado al hecho de que estos ecosistemas son sumamente frágiles, varios de estos humedales han desaparecido, lo que ha empeorado en la última década por la escasez hídrica. En Chile se promulgó la ley N.º21.202 que busca la protección de los humedales urbanos por medio de la generación de áreas de protección que pueden ser incorporadas a los instrumentos de planificación territorial.

Este trabajo tiene como objetivo generar una propuesta de zonificación de usos de suelo alrededor de los humedales urbanos, la cual logre dar una mayor protección a la que ya ofrece la ley, por medio de limitaciones a la expansión territorial, el reconocimiento de áreas naturales y la generación de buffers en los humedales, todo con la finalidad de ser un antecedente para la futura actualización del Plan Regulador Comunal de Quintero. Para hacer esto posible, se utilizaron imágenes satelitales y multiespectrales de alta resolución en conjunto de campañas de delimitación y reconocimiento, cuyos datos fueron llevados a programas de sistemas de información geográfica, todo siguiendo la normativa ambiental y de planificación territorial vigente.

De los resultados se identifica un área de influencia total de 7.749 Ha. para todos los humedales de la comuna, los cuales presentan diferentes amenazas, entre las que se destacan la urbanización descontrolada y las actividades recreativas o turísticas que se realizan de manera irresponsable. La propuesta de zonificación logra proteger a los humedales por medio de la reducción de la densidad poblacional y loteos de los sectores residenciales, la limitación de la industria productiva peligrosa, la incorporación de infraestructura sanitaria para combatir la escasez hídrica, la incorporación de nuevas áreas verdes que actúen como zonas buffer entre los humedales y las potenciales amenazas y finalmente la incorporación de áreas de protección de valor natural como parques intercomunales, humedales urbanos y zonas de protección del borde costero.

ABSTRACT

Wetlands are ecosystems where the water regime predominates due to flooding caused by topographical characteristics. These environments provide us with several ecosystem services, among which the provision of water and food stands out. This has led humans to prefer to make their settlements in sectors close to them. Due to the demographic and industrial expansion that has taken place in recent centuries, added to the fact that these ecosystems are extremely fragile, several of these wetlands have disappeared, which has worsened in the last decade due to water scarcity. In Chile, the law number 21.202 was enacted, which seeks the protection of urban wetlands through the generation of protected areas that can be incorporated into land-use planning tools.

The objective of this work is to generate a proposal for land use zoning around urban wetlands, which manages to give a greater protection area to that already offered by law through limitations to territorial expansion, the recognition of natural areas, and the creation of buffer areas around the wetlands, all to be a precedent for the future update of the Communal Regulatory Plan of Quintero. To make this possible, high-resolution satellite and multispectral images were used in conjunction with delimitation and reconnaissance campaigns whose data was taken to geographic information system programs, all following current environmental and territorial planning regulations.

From the results, a total area of influence of 7,749 hectares is identified for all the wetlands of the commune, which present different threats, being the most important the uncontrolled urbanization and recreational or touristic activities that are carried out irresponsibly. The zoning proposal manages to protect wetlands by; reducing population density and subdivision of residential sectors, limiting dangerous productive industries, create sanitary infrastructure to combat water scarcity, add new green areas that act as a buffer between wetlands and potential threats, and finally incorporating protected areas of natural value such as inter-communal parks, urban wetlands, and coastal protection zones.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera comenzar agradeciendo a las 2 personas que lograron que todo esto ocurriera, primero a mi profesor guía Jairo Valencia, quien aun cuando no nos conocíamos, acepto con gusto ser mi tutor en todo este proyecto, apoyándome, guiándome y siempre estando allí cuando lo necesitaba, solo decir que la forma en que el ve el medio ambiente me ha guiado bastante a definir que tipo de profesional ambiental quiero ser. La segunda persona es mi jefe-colega, Rodrigo Friz, asesor urbanista de la Ilustre Municipalidad de Quintero, agradezco todo el tiempo que ha dedicado en mostrarme un mundo tan amplio y complejo como lo es la planificación territorial, aun cuando yo no entendía nada de nada cuando recién ingrese a la municipalidad y ahora mírenme, estoy haciendo una tesis de magíster sobre planificación territorial, ¿Qué cosas no?.

También agradecer al cuerpo docente del programa, no solo me enseñaron, sino que me motivaron a aprender mucho más y con eso logre darme cuenta de que ser un profesional de medio ambiente es mi pasión, cosa que nunca logre sentir en mi carrera de pregrado. Quiero dar un especial agradecimiento a la señorita Margott, quien fue durante la mayor parte del tiempo la secretaria académica del programa, ya que me apoyo, me respondió dudas y es un amor de persona. Agradezco a mis compañeros, fuimos un grupo pequeño y aunque en general yo soy bastante callado, el ambiente que tuvimos fue muy agradable, agradecer especialmente a mis “papis” Renzo y Vanessa, quienes fueron mis compañeros de casi todos los trabajos, siempre pude confiar en ellos y estoy feliz de poder decir en el futuro que tengo 2 colegas como ellos.

Finalmente, y a quienes siempre agradeceré por todo el apoyo, la seguridad y la confianza será a mi familia, sobre todo a mi padre Rogers y mi hermana Maccarena, ellos me educaron, me enseñaron valores, me moldearon y me guiaron a convertirme en un tipo de persona del cual estoy muy orgulloso de ser, gracias a ellos sé que puedo tener éxito en lo que me proponga porque siempre podre contar con mi familia y eso es lo más importante.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Marco Geológico.....	4
2.2. Geomorfología	9
2.3. Hidrología	11
2.4 Humedales.....	14
2.4.1 Definición	14
2.4.2 Parámetros que inciden en el sistema de un humedal.....	15
2.4.3 Clasificación de los humedales	18
2.4.4 Servicios ecosistémicos de los humedales	21
2.4.5 Humedales Urbanos en Quintero.....	23
2.5 Aspectos urbanos de Quintero	28
2.5.1 Áreas de crecimiento.....	30
3. PROBLEMA.....	34
4. OBJETIVOS.....	35
4.1 Objetivo General.....	35
4.2 Objetivos Específicos.....	35
5. METODOLOGÍA	36
5.1 Insumos y antecedentes	36
5.1.1 Levantamiento cartográfico base de Quintero.....	36
5.1.2 Estudio de Riesgo y Protección Ambiental para la actualización del Plan Regulador Comunal de Quintero.....	40
5.1.3 Informes y líneas base de los Humedales Urbanos	42
5.1.4 Imágenes satelitales.....	42

5.2 Campaña de delimitación del área de influencia	47
5.3 Campaña de reconocimiento	49
5.4 Manuales	51
5.5 Normativa	51
5.5.1 Ley General de Urbanismo y Construcciones (L.G.U.C.) y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (O.G.U.C).....	52
5.5.2 Ley 21.202. Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los Humedales Urbanos.....	54
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	57
6.1 Índices espectrales	57
6.1.1 Índices espectrales del humedal Mantagua	57
6.1.2 Índices espectrales del humedal Desembocadura del Río Aconcagua..	63
6.1.3 Índices espectrales del humedal Los Juanes.....	67
6.1.4 Índices espectrales del humedal Esteros Mala Cara y Mantagua.....	73
6.2 Delimitación del área de influencia	78
6.2.1 Área de influencia del humedal Mantagua	78
6.2.2 Área de influencia del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua	82
6.2.3 Área de influencia del humedal urbano Los Juanes.....	86
6.2.4 Área de influencia del humedal Esteros Mala Cara y Mantagua.....	89
6.3 Catastro de bosques nativos y plantaciones introducidas	93
6.4 Amenazas en la preservación de los humedales.....	103
6.4.1 Urbanización	103
6.4.2 Industrias y entidades asociadas a las Fuerzas Armadas.....	108
6.4.3 Turismo y actividades recreativas	113
6.5 Usos de suelos predeterminados por normativa.....	117

6.5.1 Áreas de protección de valor natural.....	117
6.5.2 Áreas de riesgo natural	118
6.5.3 Áreas de riesgo antrópico	118
6.5.4 Zonas no edificables	118
6.6 Propuesta de usos de suelo	119
6.6.1 Uso Residencial	122
6.6.2 Equipamiento Comunal	125
6.6.3 Actividades Productivas	126
6.6.4 Infraestructura Comunal.....	127
6.6.5 Espacios Públicos	128
6.6.6 Áreas Verdes	130
6.7 Comparación entre la planificación territorial actual y esta propuesta de zonificación	133
6.7.1 Demografía y vivienda.....	133
6.7.2 Diferencias de zonificaciones en los humedales	139
7. CONCLUSIONES	147
8. BIBLIOGRAFÍA	149
9. ANEXOS	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1; Mapa de las unidades geológicas de la comuna de Quintero	8
Figura 2; Geomorfología de la zona central de Chile	9
Figura 3; Mapa geomorfológico de Quintero	10
Figura 4; Mapa de los objetos de conservación de las cuencas aportantes del humedal de Mantagua.....	12
Figura 5; Ubicación y elevación de la subcuenca del humedal Los Juanes	13
Figura 6; Modelo simplificado de las interacciones dentro de los humedales	16
Figura 7; Vías conceptuales de flujo de agua subterránea desde y hacia los humedales.....	18
Figura 8; Humedales declarados o en proceso de ser Humedales Urbanos	24
Figura 9; Gráficos torta de población y vivienda en Quintero	24
Figura 10; Crecimiento urbano de Quintero entre el 2010 y el 2021	36
Figura 11; Crecimiento urbano en las localidades de Loncura, Valle Alegre, San Ramón y Santa Luisa entre el 2010 y 2021	37
Figura 12; Plano de potenciales crecimientos territoriales de vivienda y población	38
Figura 13; Esquema del paso a paso de la metodología planteada	36
Figura 14; Diferentes áreas de cobertura de vuelo según la escala a trabajar	37
Figura 15; Líneas de vuelo definidas.....	38
Figura 16; Insumos del levantamiento cartográfico	39
Figura 17; Objetivos de un estudio de riesgo y protección ambiental para la actualización de un Plan Regulador Comunal.....	40
Figura 18; Diagrama de pasos para la campaña de delimitación del área de influencia	48
Figura 19; Diagrama de pasos para la segunda campaña de terreno.....	50
Figura 20; Resultados de los índices espectrales en el humedal Mantagua.....	62
Figura 21; Resultados de los índices espectrales en el humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua.....	67
Figura 22; Resultados de los índices espectrales en el humedal urbano Los Juanes.....	72

Figura 23; Resultados de los índices espectrales en el humedal Esteros Mala Cara y Mantagua.....	77
Figura 24; Barra de arena estacional que separa al humedal con el océano.....	79
Figura 25; Viviendas irregulares a un costado del humedal Mantagua	80
Figura 26; Línea del tren que atraviesa el humedal Mantagua.....	80
Figura 27; Área de influencia del humedal Mantagua, alteraciones antrópicas y características morfológicas e hidrológicas.....	81
Figura 28; Barra de arena erosionada, permitiendo la conexión entre el humedal y el océano.....	82
Figura 29; Industria química ubicada en la ladera norte del río Aconcagua	83
Figura 30; Generación de microbasurales y afloramiento de aguas negras por viviendas irregulares	84
Figura 31; Área de influencia del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua, alteraciones humanas y características morfológicas e hidrológicas	87
Figura 32; Viviendas en construcción a un costado del humedal urbano Los Juanes.....	87
Figura 33; Área de influencia del humedal urbano Los Juanes, alteraciones antrópicas y características morfológicas e hidrológicas.....	88
Figura 34; Relieve del estero Mantagua desde su lugar de nacimiento en los cerros Mauco y Colorado	89
Figura 35; Estero Mantagua a la altura de la localidad de Mantagua.....	90
Figura 36; Estero Mala Cara a la altura de la ruta F-30E, con un gran cauce después de los meses lluviosos	91
Figura 37; Área de influencia del humedal Esteros Mala Cara y Mantagua, alteraciones antrópicas y características morfológicas e hidrológicas	92
Figura 38; Bosques y Plantaciones del humedal de Mantagua.....	94
Figura 39; Especies arbóreas en el humedal Mantagua	95
Figura 40; Bosques y Plantaciones del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua	96
Figura 41; Especies arbóreas en el humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua	97

Figura 42; Bosques y Plantaciones del humedal urbano Los Juanes	98
Figura 43; Especies arbóreas en el humedal urbano Los Juanes.....	99
Figura 44; Bosques y Plantaciones del humedal Red de Esteros Mala Cara y Mantagua	100
Figura 45; Especies arbóreas en el humedal Red de Esteros Mala Cara y Mantagua	101
Figura 46; Situación actual de la urbanización en los sectores rurales de la comuna de Quintero, representación de los asentamientos humanos y la proyección futura de las subdivisiones prediales	104
Figura 47; Ubicación de los derechos de aguas otorgados por la DGA en el área de influencia de los humedales de Quintero.....	106
Figura 48; Presencia de ganado a pocos metros de los humedales	107
Figura 49; Caso de fragmentación del ecosistema de Bosque Esclerófilo ubicado al norte de la localidad de Santa Julia.....	108
Figura 50; Empresas del sector sur de la comuna, ubicándose dentro del área de influencia de la Desembocadura del Río Aconcagua	109
Figura 51; Pilas de material ubicadas en el banco de sedimentos que se forma en el humedal.....	111
Figura 52; Pista aérea de la FACH, ubicada a un costado del humedal urbano Los Juanes.....	112
Figura 53; Recintos turísticos o recreativos en las áreas de influencia de los humedales.....	114
Figura 54; Actividades recreativas que suponen una amenaza para los humedales	115
Figura 55; Usos de suelos definidos para el área de planificación.....	121
Figura 56; Usos de suelos de tipo residencial definidos para el área de planificación.....	124
Figura 57; Usos de suelos de tipo equipamiento definidos para el área de planificación.....	125
Figura 58; Usos de suelos de tipo productivo definidos para el área de planificación.....	127

Figura 59; Usos de suelos de tipo infraestructura definidos para el área de planificación.....	128
Figura 60; Usos de suelos de espacio público definidos para el área de planificación.....	130
Figura 61; Usos de suelos de tipo área verde definidos para el área de planificación.....	132
Figura 62; Cartografías de las zonificaciones comparadas.....	138
Figura 63; Cartografías de las zonificaciones comparadas, las falencias de la zonificación existente y las ventajas de la nueva propuesta en la Desembocadura del Río Aconcagua.....	140
Figura 64; Cartografías de las zonificaciones comparadas, las falencias de la zonificación existente y las ventajas de la nueva propuesta en el humedal Mantagua y los Esteros Mala Cara y Mantagua, sector sur.....	143
Figura 65; Cartografías de las zonificaciones comparadas, las falencias de la zonificación existente y las ventajas de la nueva propuesta en el humedal Mantagua y los Esteros Mala Cara y Mantagua, sector norte.....	144
Figura 66; Cartografías de las zonificaciones comparadas, las falencias de la zonificación existente y las ventajas de la nueva propuesta en el humedal urbano Los Juanes.....	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1; Sistema de clasificación de ecotipos y sus respectivos nombres comunes	19
Tabla 2; Principales características de los tipos y subtipos de humedales definidos sobre la base de criterios geológicos - geomorfológicos	20
Tabla 3; Servicios ecosistemicos que entregan los humedales	22
Tabla 4; Variación de la población y viviendas de las localidades rurales entre el censo 2012 y el censo 2017	28
Tabla 5; Bandas espectrales presentes en el satélite Landsat 4-5	44
Tabla 6; Bandas espectrales presentes en el satélite Landsat 7	44
Tabla 7; Bandas espectrales presentes en el satélite Sentinel 2	45
Tabla 8; Matemática de la calculadora Ráster de los programas gis para calcular los índices espectrales en base a las bandas de cada satélite	46
Tabla 9; Vegetación arbórea en el área de influencia del humedal Mantagua	95
Tabla 10; Vegetación arbórea en el área de influencia del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua	97
Tabla 11; Vegetación arbórea en el área de influencia del humedal urbano Los Juanes	99
Tabla 12; Vegetación arbórea en el área de influencia del humedal Esteros Mala Cara y Mantagua	102
Tabla 13; Asentamientos humanos en las distintas localidades del área de influencia de cada humedal	105
Tabla 14; Actividades peligrosas que pueden afectar a los humedales de cada empresa	110
Tabla 15; Principales amenazas que afectan a los humedales urbanos de la comuna	116
Tabla 16; Áreas de protección de valor natural definidas en el ERPA	117
Tabla 17; Zonas no edificables definidas en el ERPA	119
Tabla 18; Distintos usos de suelos que se proponen para el área de planificación	120

Tabla 19; Rutas que forman parte del sistema vial del área de planificación.....	129
Tabla 20; Normas urbanísticas y condiciones máximas de desarrollo que permite el PREMVAL en el área de planificación según las distintas zonificaciones	135
Tabla 21; Normas urbanísticas y condiciones máximas de desarrollo que permite la presente propuesta en el área de planificación según las distintas zonificaciones	137

1. INTRODUCCIÓN

Los humedales corresponden a terrenos que presentan algún grado de anegamiento, provocando que el régimen hídrico de estos sectores defina las características bióticas y abióticas (Smardon, 2014). Según estas características, en el concepto de humedales se incluyen varios ecosistemas como los estuarios, deltas, pantanos, bofedales, vegas, tranques, zonas anegadas e incluso zonas artificiales (Ramsar, 1971).

Desde los inicios del humano moderno, estos han buscado vivir alrededor de humedales debido a los servicios ecosistémicos que estos entregan, incluso Chan *et al.* (2019) define que los primeros humanos modernos vivían alrededor de humedales en el sur de África debido a las evidencias fósiles. Los humedales entregan diversos suministros, constituyen reservorios de agua y favorecen la recarga de acuíferos debido a su capacidad de captarla y almacenarla durante el ciclo del agua por aportes de lluvias, escorrentía o percolaciones subterráneas, además proveen alimento, combustibles y materias primas para el desarrollo humano (MMA, 2011).

Además, los humedales son capaces de actuar como reguladores de ciertos componentes del ambiente, como el caso del clima, o también actuando como sumideros de elementos contaminantes por medio de la captación de carbono (Wang *et al.*, 2019) o la remoción de nitratos (Cheng *et al.*, 2020), elementos que se encuentran en grandes cantidades alrededor de las áreas urbanas debido a sus mismas actividades. Otra función reguladora que tienen es la capacidad de reducir los daños por desastres naturales, como riesgos de inundaciones litorales por eventos de tsunami, estabilizando las costas e incluso dando protección contra tormentas (Sheng *et al.*, 2021).

No obstante, estos sistemas hídricos son sumamente frágiles y susceptibles a los procesos de degradación y pérdida de componentes naturales por culpa de las

actividades humanas y el cambio climático. Se estima que aproximadamente un 87% de los humedales que existían hace 200 años han ido desapareciendo (Davison, 2014). El sobreconsumo de agua, el uso de químicos fertilizantes, la deforestación, el ingreso de especies introducidas y los incendios forestales destacan entre los principales agentes estresantes de estos ecosistemas (WCS, 2019). No obstante, se considera que el mayor factor en la desaparición de estos ecosistemas corresponde a los procesos de expansión de la población humana, rellenando estos sectores para construir sobre ellos y utilizando sus aguas para el consumo propio (MMA, 2020).

Chile presenta la misma tendencia a la destrucción de humedales que el resto del mundo, son varios países que han tomado medidas para la protección y conservación de estos ecosistemas, he incluso programas de restauración (MMA, 2020). Como una herramienta que proteja aquellos humedales dentro de los límites comunales, se declaró el año 2020 la ley N.º 21.202 que busca la protección de los “Humedales Urbanos” por medio de la conservación de los “Criterios mínimos para la sustentabilidad” como el régimen hídrico, la conectividad, la flora y la fauna.

La comuna de Quintero presenta varios ecosistemas humedales debido a sus propiedades geológicas, morfologías e hídricas (Villa-Martinez & Villagrán, 1997) (Rauld et al., 2022), actualmente 2 de ellos se encuentran declarados como Humedales Urbanos y otros 2 se encuentran en espera de ser declarados por el Ministerio de Medio Ambiente. Estos humedales no están exentos a los riesgos que ha generado la expansión urbana del sector, la cual se ha incrementado exponencialmente en los últimos años y la actual ley no es capaz de abarcar totalmente, al igual que los Instrumentos de Planificación vigentes.

Actualmente, la Ilustre Municipalidad de Quintero se encuentra en el proceso de actualización de su Plan Regulador Comunal, en donde por la ley N.º 21.202 debe reconocer a los “Humedales Urbanos” dentro de sus planos y ordenanzas, a

través de un polígono que no considera algún tipo de zona Buffer, por lo que solo protege la zona del humedal pero no los sectores aledaños. El siguiente trabajo busca generar una propuesta de zonificación alrededor de los Humedales Urbanos de la comuna, la cual permita un desarrollo inmobiliario acorde con la necesidad de proteger a los humedales, y a la vez que pueda suplir la necesidad de viviendas que tenga la población.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Geológico

La geología del área de Quintero es representada por el Sernageomin en la hoja Quillota – Portillo (Rivano, 1996), se compone de unidades sedimentarias correspondientes a rocas, depósitos y geoformas fluviales, aluviales, coluviales, eólicas y marinas de edades Neógenas y Cuaternarias en conjunto con sus respectivas terrazas, además de 2 unidades intrusivas Jurásicas conocidas como el “Plutón Quintero” y el “Plutón Mauco”, correspondientes a las unidades de la superunidad Mincha.

A continuación se describen todas las unidades geológicas y geomorfológicas de la comuna de Quintero, las cuales son representadas en el mapa de la figura 1;

- Intrusivos Jurásicos

Superunidad Mincha, Formación Tranquila (Jmi3): Esta unidad intrusiva fue descrita por primera vez por Rivano *et al.* (1985) y posteriormente por Espiñeira (1989), corresponde principalmente a sienogranitos de grano fino, presenta tonalidades gris claro y no existen edades radiométricas para datar esta unidad debido a la ausencia de cristales ferromagnesianos en su composición. Se ubica en el extremo sureste de Quintero, correspondiendo a las rocas del cerro Mauco, la sección mas alta de la comuna. Hacia el este instruye unidades metamórficas cuyo protolito son unidades volcánicas pertenecientes a la Fm Ajjal, hacia el oeste es cubierta por depósitos sedimentarios de edades Neógenas, en su mayoría Fm Confluencia en la comuna de Quintero.

Superunidad Mincha, Formación Cavilolen (Jmi4): Descrita por Rivano *et al.* (1985) y Espiñeira (1989), corresponden a granitoides y en menor proporción tonalitas de biotita con algunos anfiboles y clinopiroxenos, presentan textura fanerítica de grano grueso e inclusiones máficas de forma elipsoidal y alargadas

con bordes bien definidos que pueden tener varios metros de espesor. El plutón Quintero presenta edades radiométricas de K-Ar realizadas en biotitas las cuales dan una edad estimada de 156 ± 4 Ma correspondiente al Jurásico y en concordancia con el resto de las formaciones que presenta la Superunidad Mincha. Se ubica en el sector peninsular costero de la comuna, entre la localidad de Ritoque hasta el sector playero de Loncura generando todo el relieve de acantilado costero y permitiendo la forma peninsular de Quintero y, por lo tanto, la generación de la bahía.

- Rocas sedimentarias

Formación Confluencia (Tc): Descrita por Rivano & Sepúlveda (1991), corresponde a una secuencia de gravas y ripios con intercalaciones de arenas poco consolidadas, generalmente se ubican sobre terrazas altas del río Aconcagua y los esteros Mala Cara y Mantagua, presentan potencias que varían en promedio entre los 50 y 100 metros, en Quintero se depositaron sobre las unidades intrusivas Jurásicas y se encuentran entre los sectores dunarios y los afloramientos rocosos del extremo este, a su vez estos sedimentos fueron cubiertos por sedimentos eólicos y fluviales más recientes. Sus estratificaciones engranan con afloramientos de la Fm Coquimbo más al norte y localmente con la Fm Horcón, aunque no existen dataciones ni relaciones con sus componentes paleontológicos para obtener alguna edad, Rivano (1996) define a esta formación con una edad de Mioceno – Plioceno al igual que con Formación Caleta Horcón, debido a su interrelación entre sus sedimentos.

Sedimentos eólicos antiguos (PQd): Corresponden a sedimentos eólicos antiguos conocidos como paleodunas, forman superficies suavemente onduladas que cubren parcialmente algunas terrazas costeras y parte de la Formación Cavilolen, son reconocidos a lo largo de varias planicies litorales de la zona centro de Chile, se compone de arenas poco consolidadas color ocre, bien seleccionadas y con evidencias de estratificación cruzada, su espesor varía desde algunos estratos con pocos centímetros hasta sectores de hasta 10 metros, también presenta facies de

gravas y arenas (PQd(a)) generadas por los procesos erosivos del relieve. Dadas las relaciones de contacto entre estos depósitos y las formaciones neógenas, se asigna una edad pliocena–pleistocena.

- Depósitos no consolidados

Depósitos aluviales y coluviales (Qac): Estos depósitos se relacionan con los cursos de los ríos actuales y son representados a través de la hoya hidrográfica del río Aconcagua y los esteros Mala Cara y Mantagua. Se componen de gravas y ripios, con una estratificación de regular a mala y, por arenas y limos, con buena estratificación (Rivano, 1996). Debido a la dinámica propia del río, sus estructuras sedimentarias son efímeras, ya que evolucionan constantemente por el accionar hidráulico de los ríos.

Depósitos Antrópicos (Qan): Corresponden a depósitos originados por la actividad humana, en zonas donde se genera intensa actividad industrial, fueron descritos y zonificados por primera por Rauld *et al.* (2022). Entre ellos se destacan las pilas de escoriales y carbón pertenecientes a las empresas termoeléctricas del barrio industrial norte de la comuna.

Depósitos fluviales (Qf): Corresponden a depósitos de origen fluvial compuesto por bolones, gravas, arenas y limos no consolidados (Rivano, 1996), estos depósitos se forman en los cauces de los esteros Mantagua y Mala Cara junto con el río Aconcagua formando varias terrazas fluviales como unidades morfológicas (Qf1) (Rauld *et al.*, 2022).

Depósitos humedales (Qh): Definido por Rauld *et al.* (2022), corresponde a los sedimentos que se depositan en el fondo de los humedales de Quintero, en su mayoría corresponde a sedimentos limo-arenosos en conjunto con depósitos de turbas generadas por la constante acumulación de materia orgánica proveniente de la flora característica de ambientes húmedos.

Depósitos litorales y eólicos (Qel): Corresponden a depósitos formados por la acumulación costera de los aportes sedimentarios del río Aconcagua, formando las playas actuales y morfologías de dunas crecientes y morfologías parabólicas en media luna y de barjanes, generando los enormes campos dunares que se encuentra en el sector (Rivano, 1996).

Depósitos Marinos (Qtm): Corresponde a una unidad morfológica de pequeñas terrazas formadas por la acción del mar, se forman sobre rocas sedimentarias poco consolidadas y afectan los depósitos de paleodunas (PQd) por lo que se asumen que son anteriores a estas. Se encuentran en los terrenos asociados a la Fuerza Aérea de Chile y el barrio industrial norte de la comuna.

Depósitos de remoción en masa (Qrm): Descrita por Rauld et al. (2022), corresponde a evidencias de deslizamientos de baja magnitud asociados a quebradas o laderas de la Formación Confluencia (Tc) y remociones en masa en las laderas asociadas a la Formación Tranquila (Jmi3). Se generan por efectos de meteorización de las rocas, sumado a las altas pendientes que se encuentran en estos sectores, se encuentran principalmente al este de la comuna, cercano a la ruta F-190, se reconocen grandes depósitos cercanos a las localidades de Valle Alegre y San Ramon.

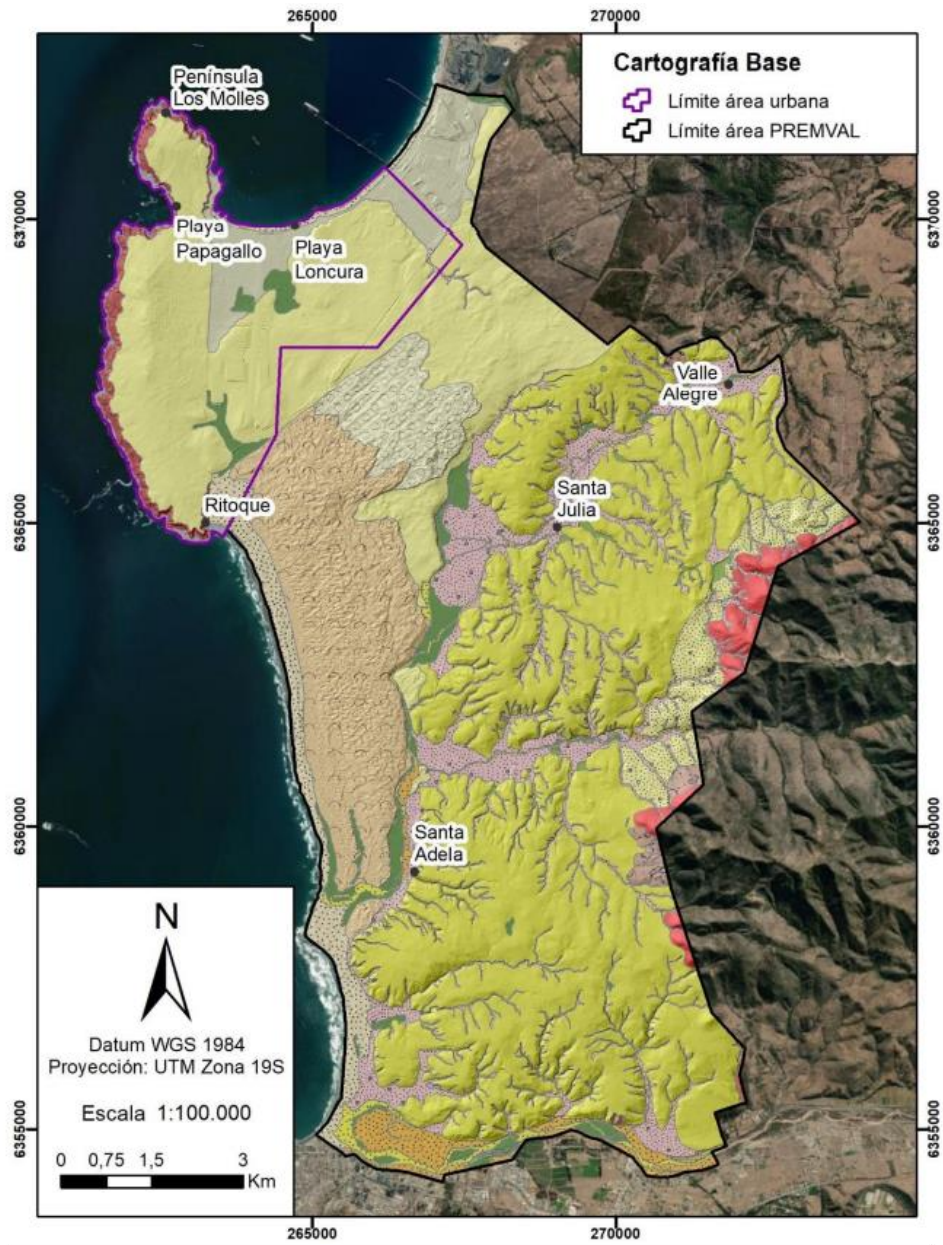


Figura 1; Mapa de las unidades geológicas de la comuna de Quintero. Extraído de Rauld et al. (2022).

2.2. Geomorfología

La región de Valparaíso se encuentra en la zona central de Chile, en donde se caracterizan cuatro unidades geomorfológicas principales en formas de franjas alargadas orientadas de norte a sur, estas son denominadas como; Planicies Litorales, Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia y Cordillera de los Andes, todas ordenadas de oeste a este como se representa en la figura 2.

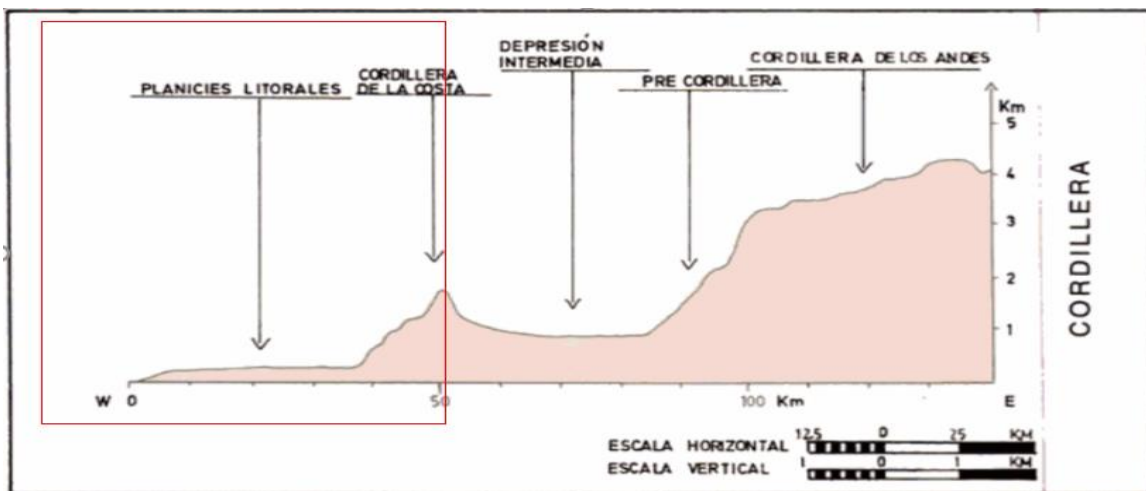


Figura 2; Geomorfología de la zona central de Chile. El cuadro rojo abarca la zona de estudio. Extraído de Errazuriz et al. (1998).

La comuna de Quintero se encuentra específicamente en el sector denominado planicies litorales con un ancho aproximado de 10 km, en donde predominan las unidades características de ambientes costeros como playas, terrazas marinas y acantilados rocosos. Debido a la presencia de sistemas fluviales como los esteros Mala Cara y Mantagua se forman redes estuarinas en las que las aguas marinas saladas se mezclan con las aguas fluviales dulces, favoreciendo la generación de humedales costeros y continentales, aunque igualmente existen humedales continentales formados por sectores con una depresión que permite la acumulación y permanencia de agua. Al sur de la comuna, en el límite con Concón, desemboca el río Aconcagua, debido a la enorme carga de sedimentos que trae consigo este río más el accionar de los vientos predominantes con dirección noreste es que se forman enormes campos de dunas sobre la planicie litoral,

encontrándose antedunas, dunas longitudinales, dunas transgresivas, depresión entre dunas, dunas transversales, dunas relictas y terrazas con cobertura de dunas antiguas (Manríquez, 2020).

El sector oriente de la comuna corresponde a los límites del dominio occidental de la cordillera de costa, en donde se alcanzan alturas de alrededor de 700 metros y laderas con pendientes mayores a 25° en el cerro Mauco (Martinez *et al.*, 2020). Sobre estos afloramientos rocosos de la Cordillera de la Costa es donde generan procesos de meteorización y erosión que dan origen a remociones en masa y quebradas, lo que a su vez forma valles fluvio-aluviales (Rauld *et al.*, 2022). La siguiente figura representa el mapa geomorfológico de la comuna.

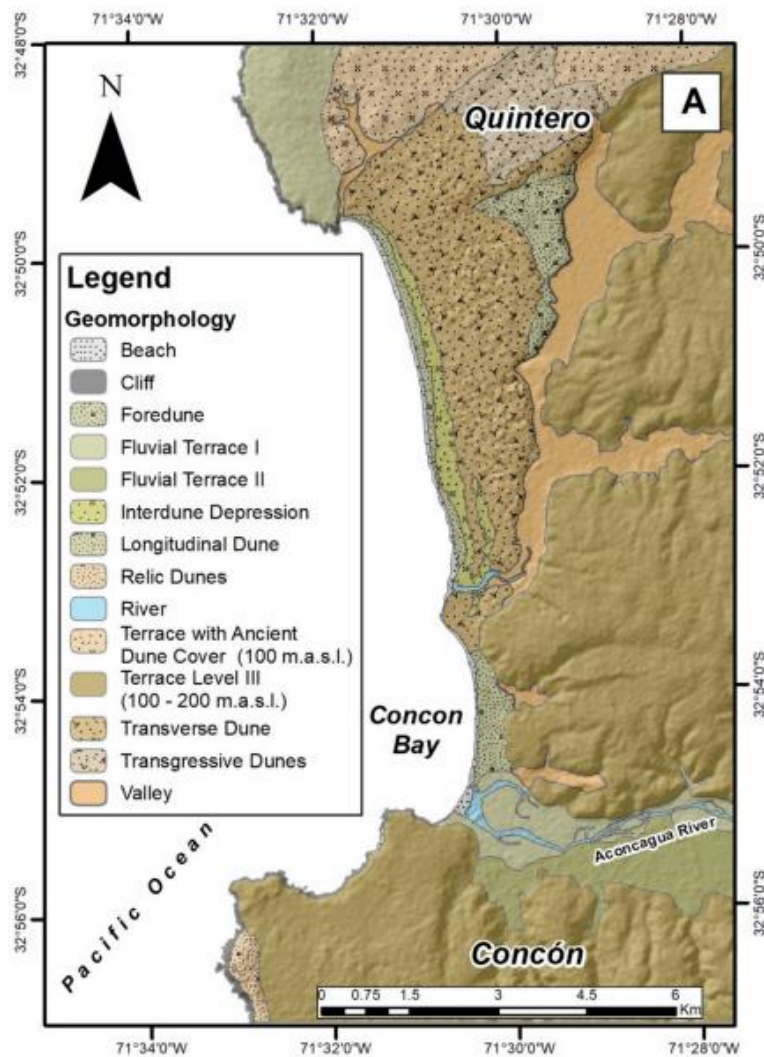


Figura 3; Mapa geomorfológico de Quintero. Extraído de Martinez *et al.* (2020).

2.3. Hidrología

Las redes hidrográficas de la comuna de Quintero se distribuyen en su zona sur como una parte de la cuenca del Aconcagua, esta baja desde la Cordillera de los Andes, atravesando toda la Depresión Intermedia y Cordillera de la Costa hasta desembocar en la comuna de Concón por lo que se considera de tipo exorreica, este segmento final de la cuenca presenta una forma dendrítica que sigue el patrón establecido por el cauce del río (DGA, 2020).

El resto de la comuna presenta varias subcuencas que son agrupadas por la Dirección General de Aguas como las “Subcuencas costeras entre el estero Catapilco y el río Aconcagua”, las zonas altas de estas subcuencas se encuentran en los cerros al oriente de la comuna, cerro Mauco, Áspero, La Cordillera, Mina y Las Tizas, la zona media corresponde a las planicies litorales y valles fluviales del estero Mala Cara y Mantagua. Finalmente la zona baja corresponde a las desembocaduras al mar o a los humedales Mantagua, Las Petras y Los Juanes, entre este grupo se reconocen las siguientes subcuencas;

Subcuenca de los esteros Mala Cara y Mantagua: Subcuenca exorreica de tipo dendrítica, nace desde las afueras del límite comunal en donde se une el estero Pancracio con el estero Mala Cara y viaja en dirección oeste, alimentando a las localidades de Valle Alegre y Santa Julia hasta generar una curvatura esquivando las dunas de Ritoque, en este sector se une con el estero Mantagua que proviene desde el cerro Mauco alimentando a las localidades de San Ramon y Mantagua, para finalmente desembocar entre las dunas formando un ambiente estuarino separado temporalmente por una barra de arena conocido como humedal Mantagua. Fue delimitada por Dinámica Costera (2021) (Véase figura 4) como parte de los tributarios aportantes del humedal de Mantagua.

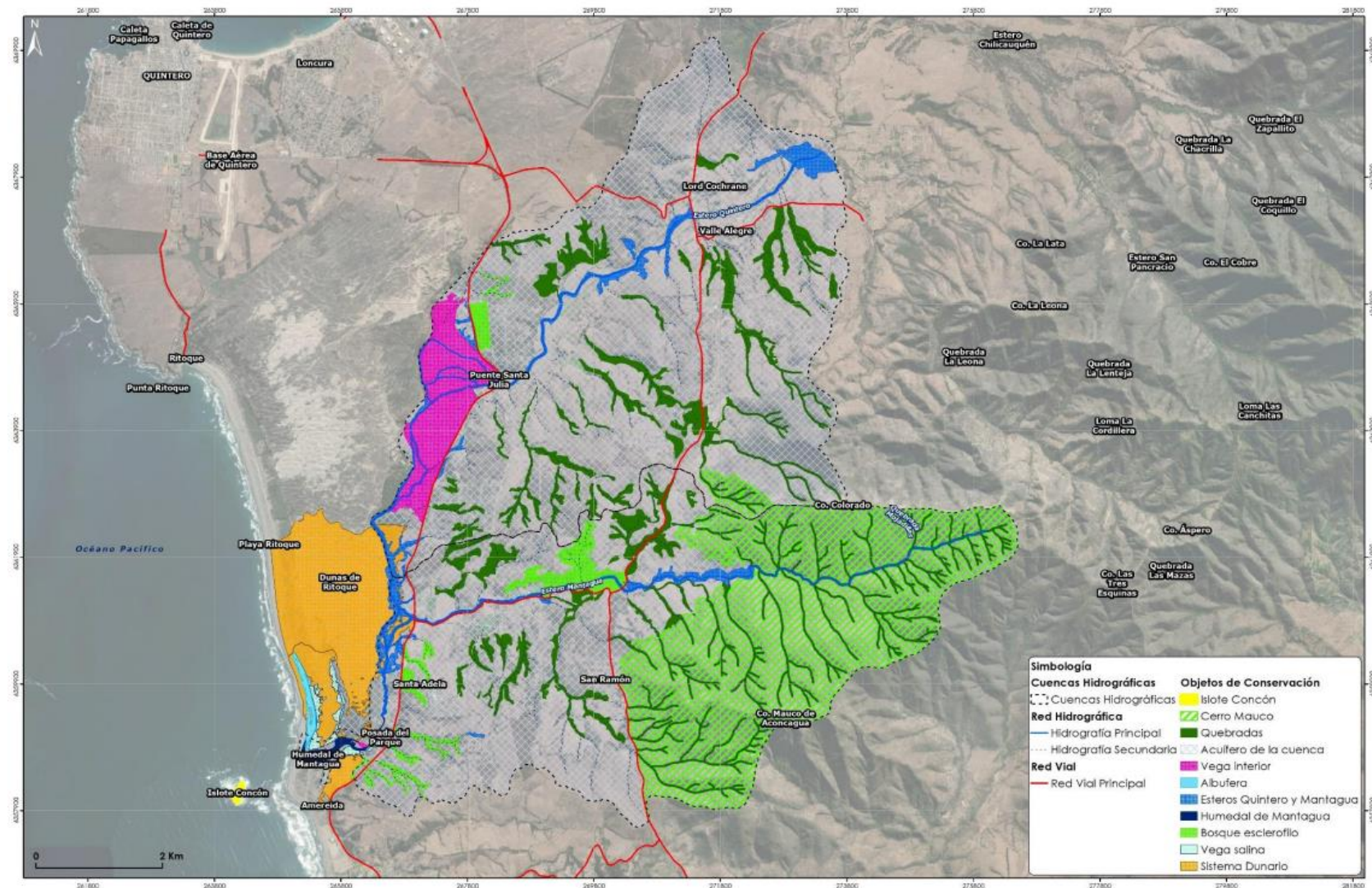


Figura 4; Mapa de los objetos de conservación de las cuencas aportantes del humedal de Mantagua, indicando el límite de la subcuenca definido por Dinámica Costera (2021).

Subcuenca asociada al humedal Los Juanes: Subcuenca endorreica de tipo dendrítica, se extiende en torno a una depresión del terreno el cual junto con las propiedades del suelo permiten la formación de un espejo de agua estacionario durante los meses lluviosos, desapareciendo totalmente durante los meses de verano, Hidalgo & Zamora (2018) delimitaron esta subcuenca dándole una extensión de 10,8 km² entre la localidad de Ritoque y la localidad de Loncura (Véase figura 5), se encuentra limitada en su área sur por los altos topográficos del campo dunar de Ritoque, no permitiendo que el humedal se conecte con el mar y, por lo tanto, generando una dependencia total de parte del humedal a la recarga de los acuíferos subterráneos por los eventos de lluvia.

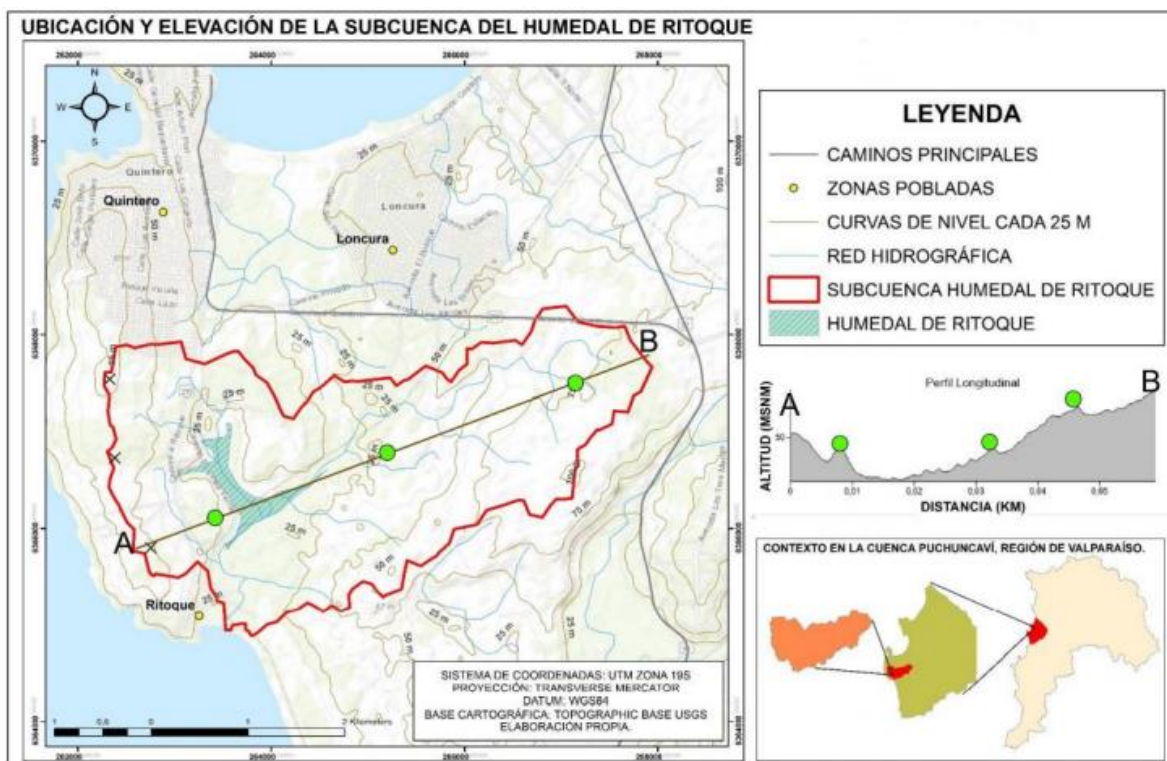


Figura 5; Ubicación y elevación de la subcuenca del humedal Los Juanes. Extraído de Hidalgo & Miranda (2019).

2.4 Humedales

2.4.1 Definición

El término “Humedal” ha sido definido apenas en el último siglo, fue utilizado por primera vez en el año 1956 por la FWS (Fish and Wildlife Service) de los EEUU para indicar en un reporte una zona de terrenos bajos, con una columna de agua poco profunda o aguas intermitentes, en la definición se incluyeron pantanos, ciénagas, turberas, vegas, pozones, fangos, tierras anegadas, lagos poco profundos y pozas con vegetación emergente, excluyendo completamente los cuerpos de agua permanentes (National Research Council, 1995).

Varias décadas después, el Comité sobre Caracterización de Humedales de EEUU desarrolló una definición mucho más amplia; *“Un humedal es un ecosistema que depende de la inundación constante o saturación recurrente sobre o cerca de la superficie del suelo. Las características mínimas esenciales de un humedal son inundación o una saturación recurrente o sostenida sobre o cerca de la superficie y la presencia de características físicas, químicas y biológicas inherentes a la inundación o saturación recurrente. Las características comunes al diagnóstico de los humedales son suelos hídricos y vegetación hidrófita. Estas características estarán presentes excepto donde los factores fisicoquímicos específicos, bióticos o antropogénicos las hayan eliminado o prevengan su desarrollo”* (National Research Council, 1995).

Existen otras varias definiciones de humedales y no existe una forma única debido a las diversas propiedades que pueden tener los ecosistemas según su localización geográfica, vegetación, suelos, etc. (Hauenstein *et al.*, 2002). Igualmente de manera global, la definición más utilizada y aceptada por varios países, en donde se incluye Chile, es la elaborada por la Convención Ramsar, que los define como zonas o territorios donde el principal factor determinante del medio biótico y abiótico es el régimen hidrológico y detalla que los humedales se entienden como *“las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies*

cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Ramsar, 1971).

En el 2020 se promulga en Chile la Ley N.º 21.202 “Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los Humedales Urbanos” la cual permite a las municipalidades postular estos ecosistemas para que tengan la protección de “humedal urbano”, existiendo dos condiciones para ser aceptadas, la primera es que sea un humedal según la definición de Ramsar de 1971 que se explicó en el párrafo anterior, la segunda es que este se encuentre total o parcialmente dentro de los límites urbanos de cada comuna, permitiendo también la inclusión de las zonas de extensión urbana. Una vez realizado el proceso de postulación indicado en el reglamento de la ley (Decreto Supremo N.º15 MMA, 2020), se da el reconocimiento de humedal urbano y se define un polígono indicando el área de protección de este.

2.4.2 Parámetros que inciden en el sistema de un humedal

Según las definiciones anteriores, el factor hidrológico pareciera ser el más relevante en los procesos ecosistémicos de los humedales, sin embargo, existen otras variables, tanto bióticas como abióticas que interactúan entre sí, para definir la dinámica interna de estos. Los otros factores que definen el ambiente de un humedal en un momento determinado vienen dados por parámetros geológicos, geomorfológicos, tectónicos, estratigráficos e hidrogeológicos, estos se tratan a menudo como variables independientes, pero de hecho ninguna de estas variables es independiente de las demás (Jackson *et al.*, 2014).

La siguiente figura representa las interacciones entre los factores geológicos, la configuración geomorfológica y el clima, comenzando con la conformación del sustrato por medio de los procesos de meteorización y erosión de la roca madre, este nuevo sustrato presentará características en su composición, permitiendo que

la dinámica asociada a los flujos de agua varíe en torno a las capacidades de los suelos para almacenar y distribuir agua. Finalmente, la conformación de este suelo más el flujo hídrico permitirá la formación de nutrientes que darán sustento a la generación de los componentes bióticos del ecosistema. Como un factor siempre presente en todas estas interacciones se encuentra el hombre, ya que las alteraciones antrópicas pueden modificar positiva o negativamente cada uno de estos componentes, modificando por completo la dinámica interna.

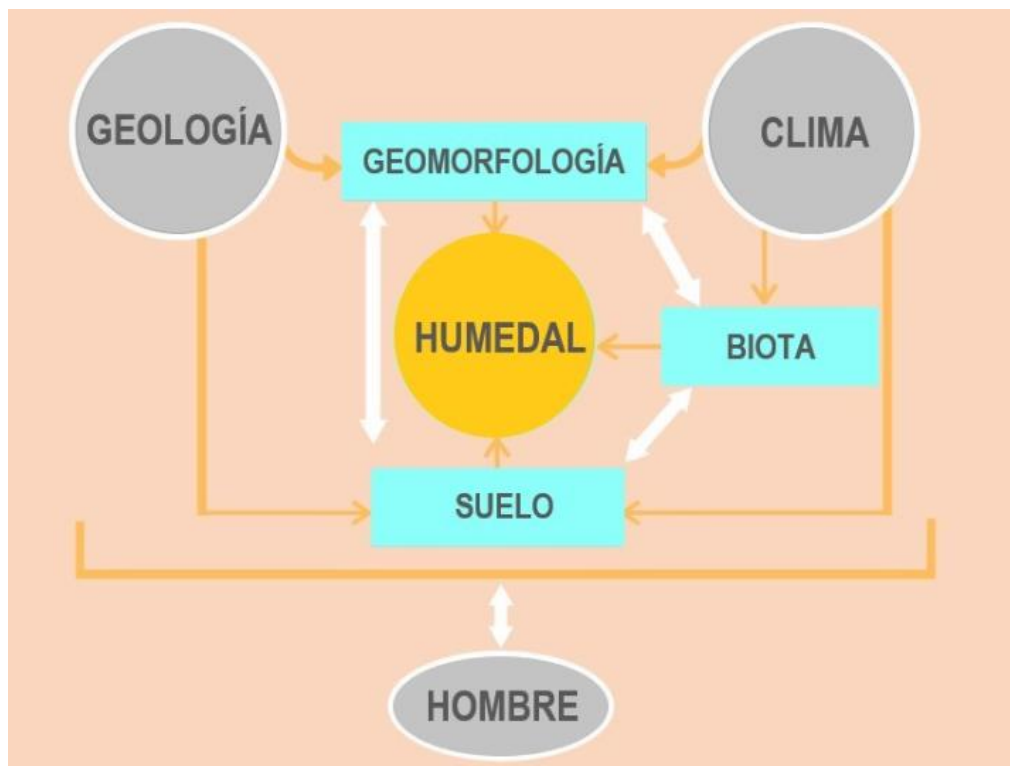


Figura 6; Modelo simplificado de las interacciones dentro de los humedales. Extraído de Pereyra et al. (2022).

Parámetros geológicos

La geología determina las características topográficas del paisaje, y las propiedades físicas y químicas de los sedimentos. Muchos humedales son resultados de procesos geológicos activos de evolución relativamente rápida, como lo son las remociones en masa o eventos glaciares (Pereyra et al. 2022). Los humedales que dependen del aporte de aguas subterráneas se pueden generar gracias a las condiciones del suelo, como la porosidad, el espacio

intersticial entre los sedimentos, la calidad del macizo rocoso o el grado de meteorización de estos, permitiendo acumular y aflorar el nivel freático en superficie, fluctuando entre las estaciones lluviosas y secas, siempre considerando las propiedades del sustrato para permitir la infiltración o la escorrentía de agua.

Parámetros geomorfológicos

La geomorfología del paisaje influye en la formación de cuerpos de agua como los humedales, ya que estos se forman generalmente en zonas cóncavas de baja elevación, con nivel freático alto y generalmente con mal drenaje, permitiendo que el agua se encuentre retenida en estos sectores, varios humedales se acumulan en morfologías relictas de procesos erosivos como los constantes avances y retrocesos de los glaciares.

Parámetros hidrológicos

La hidrología es el factor que mantiene el dinamismo ecológico en las cuencas y en los humedales debido a su variabilidad. A través de ella se produce el intercambio energético y de nutrientes mediante las precipitaciones, la escorrentía superficial y subsuperficial y la infiltración (Barrera, 2011). Las interacciones de las aguas superficiales y subterráneas juegan un papel esencial en el ciclo de la materia y la energía en los humedales y, por lo tanto, afectan la evolución y la salud de los humedales (Véase figura 7).

Los suelos de los humedales generalmente están saturados de agua durante un largo periodo de tiempo, en consecuencia, el exceso de agua y el bajo contenido de oxígeno determinan el desarrollo tanto de la vegetación como el de los horizontes estratificados. La siguiente figura indica el comportamiento de los cuerpos de agua en relación con los flujos subterráneos y superficiales y la posición de la capa freática. En la situación A, el cuerpo de agua está conectado con la capa freática estando saturado, pero perdiendo agua hacia los bordes exteriores, en B el cuerpo de agua está desconectado de la napa y, por lo tanto, se pierde agua al infiltrarse esta hasta el nivel freático, en C el humedal está

conectado con la napa y genera un flujo constante de ganancia y pérdida de agua, finalmente en D el humedal está conectado con la capa freática he incluso está bajo ella, permitiendo que el agua subterránea aflore en ese sector y contantemente se alimente por ese medio.

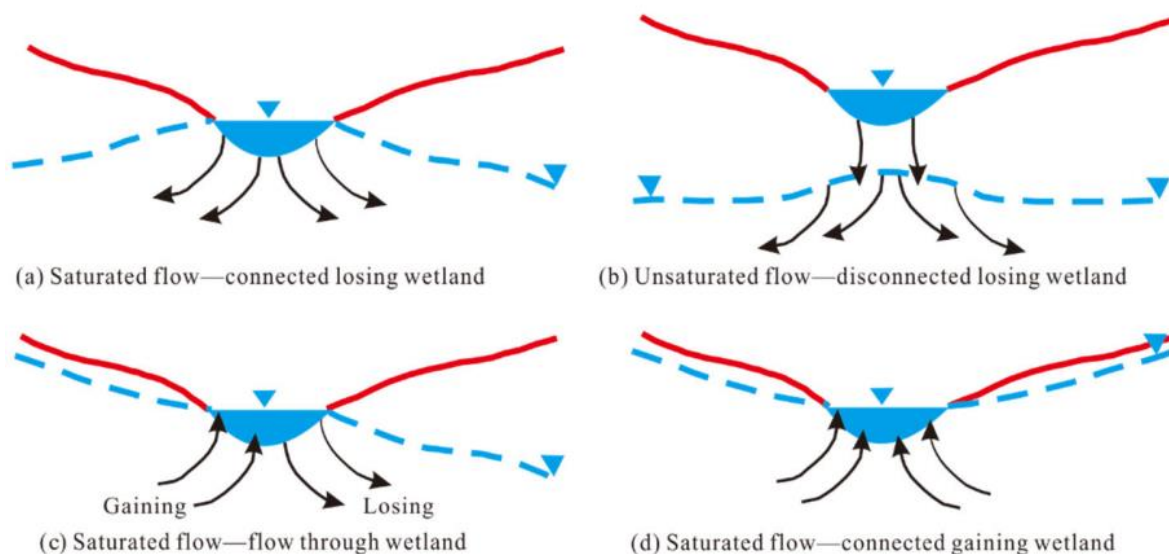


Figura 7; Vías conceptuales de flujo de agua subterránea desde y hacia los humedales, extraído de Jolly et al. (2008) y modificado por Wu et al. (2020).

2.4.3 Clasificación de los humedales

Existen variadas clasificaciones de humedales que se han generado en el último siglo, pero al igual como ocurre con la definición de estos, cada país o continente tiene su propio medio de clasificación, Chile se basa en el clima y ubicación geográfica, por lo que en el año 2007, la Comisión Nacional de Medio Ambiente generó el manual de “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” en donde generan una clasificación de los humedales en base a los ecotipos. La siguiente tabla representa los tipos de humedales que se pueden encontrar en Chile.

ECOTIPOS	CLASE	Nombre común	Ejemplos chilenos
Humedal marino	--	Intermareal, submareal	Litoral costero
Humedal costero	Intrusión salina	lago costero, laguna costera, marisma, estuario.	Lago Budi, Laguna Conchalí, Humedal Tubul-Raqui
Humedal continental	Evaporación	salar, bofedal, Puquios	Salar de Atacama, Salar de Huasco
	Infiltración (A)	Hualve, ñadi, poza, charco, pitranto, pantano,	Humedales depresión central de las regiones VII-IX
	Infiltración saturado (B)	Mallín, turberas, turba magallánica, campañas, pomponal	Parque Nacional Torres del Paine. Parque nacional Chiloé, sector Cucao
	Escorrentía	Río, arroyo, esteros, lagos	Río Clarillo, Río Bío Bío, Lago Villarrica
	Afloramientos subterráneos	Vega, bofedal, humedal	Parinacota, Jachucoposa, Ciénagas de Name

Tabla 1; Sistema de clasificación de ecotipos y sus respectivos nombres comunes, extraído de (CONAMA, 2007).

Esta clasificación no contempla la litología, y como se vio anteriormente, es un parámetro importante, ya que controla la capacidad de infiltración y percolación en un ambiente determinado, también influye en la circulación vertical y lateral de las aguas. La litología junto con el clima, los componentes bióticos y antrópicos determinan las propiedades químicas del agua. Esta es una problemática que ha sido observada anteriormente, Pereyra *et al.* (2022) en Argentina propone un sistema de clasificación de humedales que se puede observar en la siguiente tabla, esta considera la geomorfología y geología y puede ser atribuible a Chile debido a su cercanía y similitud de ecosistemas.

Tipo	Subtipo	Geología-sustrato	Suelos	Agua (tipo)	Agua (fuente dominante)	Persistencia del agua	Erosión	Deposición	Morfo-dinámica
A- Litorales-marinos	A-1. Humedales en Planicies de marea	Arenosos	Áclicos	salobre-salada	Superficial y freática	Permanente	Baja	Alta	Baja
	A-2. Humedales en Canales de marea	Arenosos	Áclicos	salobre-salada	Superficial	Permanente	Moderada	Baja	Moderada
	A-3. Humedales en Depresiones intercordones	Limo-arcillosos	Áclicos	salobre-salada	Superficial y freática	Temporaria	Baja	Baja	Moderada
	A-4. Humedales en Depresiones Interdunales	Arenosos	Áclicos	salobre-salada	Superficial	Temporaria	Moderada	Baja	Moderada
	A-5. Humedales en Albuferas y Lagoons	Limo-arcillosos	Áclicos	salobre-salada	Superficial	Permanente	Baja	Alta	Baja
	A-6. Humedales en costas rocosas	Rocoso	Áclicos	salobre-salada	Superficial	Permanente	Alta	Baja	Alta
B- Fluviales	B-1. Humedales en Planicies aluviales	Arenosos limosos gravas o rocosos	Áclicos e Hídricos	Dulce	Superficial y freática	Permanente	Alta	Alta	Alta
	B-2. Humedales en Mallines-vegas-cañadones	Gravas, bloques y arenas	Áclicos, Hídricos y Orgánicos	Dulce	Superficial y freática	Temporaria o Permanente	Moderada	Moderada	Alta
	B-3. Humedales en Terrazas fluviales	Arenosos limosos	Áclicos	Dulce	Superficial	Temporaria	Moderada	Baja	Moderada
	B-4. Humedales en Abanicos aluviales	Arenosos limosos	Áclicos	Dulce	Superficial	Temporaria	Alta	Alta	Alta
	B-5. Humedales en Bajadas distales y Playas	Gravas Arenosos limosos	Áclicos	Salada	Superficial	Permanente o Temporaria	Baja	Alta	Moderada
	B-6. Humedales en Paleocauces	Arenosos limosos	Áclicos e Hídricos	Dulce	Superficial y freática	Permanente o Temporaria	Moderada	Baja	Variable
C- Mixtos	C-1. Humedales en Planicies estuáricas	Limo-arenosos	Áclicos e Hídricos	salobre-dulce	Superficial y freática	Permanente	Baja	Alta	Alta
	C-2. Humedales en Planicies interdistributarias (deltaicas)	Limosos arenosos	Áclicos, Hídricos y orgánicos	salobre-dulce	Superficial y freática	Permanente	Moderada	Alta	Alta
	C-3. Humedales en Cordones estuáricos	Limosos arenosos	Áclicos	salobre-dulce	Superficial y freática	Permanente	Baja	Moderada	Moderada
D- Eólicos	D-1. Humedales en Cubetas de deflación	Limosos	Áclicos	salobre-dulce	Freática	Temporaria o Permanente	Baja	Alta	Baja
	D-2. Humedales en Depresiones Interdunales	Arenosos	Áclicos	Dulce	Superficial y freática	Temporaria	Baja	Baja	Baja
E- Lacustres	Humedales en Planicies lacustres Y en Márgenes de Lagunas y lagos	Limosos Rocosos Gravas Arenosos Limo-arenosos	Áclicos	Dulce-salobres-salinos	Superficial y freática	Permanente	Variable	Alta a moderada	Baja
F- Glaciario-criogénicos	F-1. Humedales en Depresiones morrénicas marginales	Rocosos y till	Áclicos y orgánicos	Dulce – deshielo glaciar	Superficial	Temporaria o Permanente	Variable	Moderada	Moderada
	F-2. Humedales en Depresiones en morrenas de fondo	Rocosos y till	Áclicos y orgánicos	Dulce – deshielo glaciar	Superficial	Temporaria o Permanente	Baja	Alta	Moderada

Tabla 2; Principales características de los tipos y subtipos de humedales definidos sobre la base de criterios geológicos - geomorfológicos, extraído de Pereyra et al. (2022).

Tipo	Subtipo	Geología-sustrato	Suelos	Agua (tipo)	Agua (fuente dominante)	Persistencia del agua	Erosión	Deposición	Morfo-dinámica
F- Glaciario-criogénicos	F-3. Humedales en Depresiones y paleocauces en planicies y terrazas glaciófluviales	Rocosos gravas	Ácuicos y orgánicos	Dulce – deshielo glaciar	Superficial	Temporaria o Permanente	Moderada	Variable	Alta
	F-4. Humedales en Depresiones en ambiente erosivo glaciario	Rocosos gravas	Ácuicos y orgánicos	Dulce – deshielo glaciar	Superficial	Temporaria	Moderada	Moderada	Alta
G- Volcánicos	G-1. Humedales en Depresiones en planicies lávicas	Rocosos	Ácuicos	salobre-dulce	Superficial/ geotérmica	Temporaria	Baja	Moderada	Baja
	G-2. Humedales en Depresiones marginales a estratovolcanes y/o coladas	Rocosos	Ácuicos	salobre-dulce	Superficial/ geotérmica	Temporaria	Moderada	Moderada	Alta
	G-3. Humedales en Cráteres y Calderas	Rocosos	Ácuicos	salobre-dulce	Superficial/ geotérmica	Temporaria	Baja	Moderada	Alta
H- Remoción en masa	H-1. Humedales en Depresiones marginales en deslizamientos y flujos	Materiales gruesos y roca	Ácuicos	Dulce	Superficial	Temporaria	Variable	Variable	Alta
I- Kárstico	I-1. Humedales en Depresiones en ambiente kárstico	Materiales rocosos calcáreos y yesosos	Ácuicos	salobre-dulce	Superficial y freática	Temporaria	Alta	Baja	Variable
J- Antrópicos	J-1. Humedales artificiales	Materiales muy heterogéneos	Ácuicos, hídricos y orgánicos	Dulce	Superficial y freática	Variable	Variable	Variable usualmente alta	Variable
K- Poligenéticos	K-1. Humedales complejos o compuestos	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable

Tabla 2-Continuación; Principales características de los tipos y subtipos de humedales definidos sobre la base de criterios geológicos - geomorfológicos, extraído de Pereyra et al. (2022).

2.4.4 Servicios ecosistémicos de los Humedales

Los humedales proporcionan una amplia gama de servicios ecosistémicos, los cuales benefician de manera directa e indirecta a las poblaciones humanas y a la vida silvestre (Maltby & Barker, 2009).

El principal bien que proveen los humedales es el agua y algunas de las más relevantes funciones ecosistémicas y servicios ambientales están también asociados a los recursos hídricos. Precisamente, uno de los más importantes servicios es el abastecimiento constante de agua dulce para riego de suelos agrícolas, generación hidroeléctrica y consumo humano por medio de la acumulación de agua durante los meses lluviosos, la cual mantiene durante todo el año y se puede aprovechar de ella incluso en los meses de verano. En efecto,

varias ciudades dependen de los humedales debido a estos fundamentales servicios, pero siempre se debe considerar que sus recursos son finitos y la sobreexplotación de estos puede llevar a generar un daño al ecosistema (MMA, 2011).

Igualmente, los humedales sustentan una importante diversidad biológica y se caracterizan por albergar un alto nivel de endemismo de plantas y animales. Estos, en muchos casos, constituyen ambientes críticos para especies seriamente amenazadas, además de servir de áreas de refugio de muchas especies migratorias (Salinas *et al.*, 2002). Como se observa en la Tabla 3, dentro de los servicios ecosistémicos de los humedales podemos encontrar distintos suministros que nos entregan, como por ejemplo, alimentos, materiales de construcción e incluso combustibles, además estos permiten regular el ambiente actuando como reguladores de clima y sumideros de elementos dañinos en el aire, capturando y reteniendo gases de efecto invernadero. Finalmente presentan beneficios que no pueden ser tangibles como el atractivo paisajístico, el turismo, el patrimonio local e incluso temas religiosos y espirituales (MMA, 2011).

Suministro de Servicios	Regulación de Servicios	Servicios Culturales
Productos obtenidos desde los ecosistemas	Beneficios obtenidos de los procesos de regulación de los ecosistemas	Beneficios no Materiales obtenidos de los ecosistemas
<ul style="list-style-type: none"> • Alimento • Agua potable • Combustible • Fibra vegetal • Bioquímicos • Recursos genéticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación de clima • Control de enfermedades • Regulación del agua • Polinización 	<ul style="list-style-type: none"> • Espirituales y religiosos • Recreación y turismo • Estético • Inspiracional • Educativo • Sentido de identidad • Patrimonio cultural
Servicios de soporte Servicios necesarios para la producción de todos los otros servicios del ecosistema Formación de Suelos Ciclado de Nutrientes Producción Primaria		

Tabla 3; Servicios ecosistémicos que entregan los humedales, extraído de MMA (2011).

2.4.5 Humedales Urbanos en Quintero

Debido a las propiedades morfológicas e hidrológicas del relieve de Quintero, este presenta varios humedales, en su mayoría costeros asociados a las desembocaduras de ríos y quebradas, aunque igualmente existen algunos continentales que no están conectados con el mar debido a barreras topográficas, en este caso el campo dunar, la permanencia de estos cuerpos de agua está condicionada a un régimen de alimentación por lluvias estacionales ocurridas en los meses invernales y a la dinámica generada en los sectores estuarinos en donde el agua de mar se mezcla con el agua dulce fluvial.

Según el catastro de humedales realizado por el MMA, en su última actualización del 2020 indica los siguientes humedales en Quintero:

- Desembocadura del Río Aconcagua
- Humedal Mantagua
- Estero Mantagua
- Estero Mala Cara
- Humedal Sector Quintero N.º9 (Posteriormente denominado Los Juanes)
- Humedal Sector Quintero N.º10
- Humedal Las Petras
- Humedal El Bato

De estos humedales; tanto Los Juanes como la Desembocadura del Río Aconcagua han sido declarados humedales urbanos por el Ministerio de Medio Ambiente, mientras que Mantagua se encuentra en proceso de reconocimiento y los esteros Mala Cara y Mantagua fueron presentando juntos como una red de humedales e igualmente se encuentra en proceso de reconocimiento, la siguiente figura presenta los polígonos definidos y propuestos para ser incluidos bajo la protección de humedal urbano.

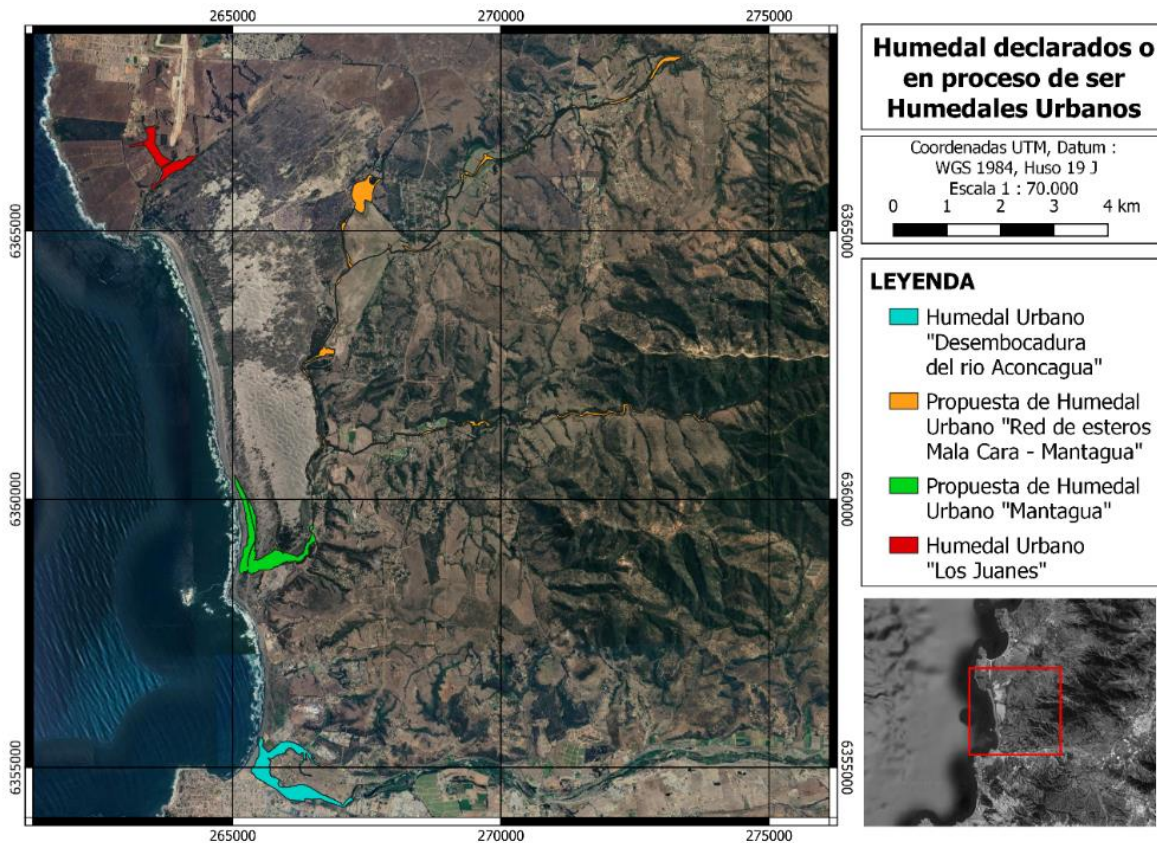


Figura 8; Humedales declarados o en proceso de ser Humedales Urbanos, elaboración propia en base a los registros del MMA.

Humedal urbano Los Juanes

El humedal urbano Los Juanes se ubica entre la península de Quintero y el sector dunario de Ritoque, al este de la ruta F-218, en las coordenadas UTM WGS 84 HUSO 19S, 263000 N 6366000 E, 264000 N 6366000 E, 263000 N 6367000 E y 264000 N 6367000 E. Este ha sido anteriormente estudiado por Hidalgo & Zamora (2018) y por la Ilustre Municipalidad de Quintero (2021), la cual en junio del 2021 lo postuló a la Ley N.º 21.202 teniendo su reconocimiento en febrero del 2022 definiendo un área de 27,7 hectáreas de protección. Su nombre proviene del capitán de corbeta Luis Pomar a finales del siglo XIX, en ese entonces describe una laguna al sur de Quintero, la cual bautiza como "Laguna Los Juanes". Geográficamente pertenece al conjunto de subcuencas costeras entre el Río Aconcagua y el estero Catapilco. No presenta una conexión directa con el mar, por lo que se clasifica como un humedal continental en vez de costero y, por lo tanto, su cuenca es de tipo endorreica.

Sus sedimentos son en su mayoría turbas con leves cantidades de siliciclastos de tamaño arena y fango, presenta facies de turbas de tierras altas en aquellos sedimentos lejanos al cuerpo de agua estacionario que se forma en los meses lluviosos, aquellos sedimentos que se encuentran en el cuerpo de agua presentan facies de turbas de tierras bajas. Este humedal se formó debido a su topografía depresiva y a que presenta un nivel basal impermeable de roca correspondiente al Plutón Quintero. Se alimenta de las aguas que escurren desde los altos topográficos aledaños en su zona norte, este y oeste, mientras que en su zona sur las dunas lo protegen del ingreso del mar. Las tablas presentadas en los anexos 1-6 representan el catastro realizado por la Ilustre Municipalidad de Quintero para las especies vegetales y la fauna del humedal, diferenciando árboles, arbustos, hierbas perennes y hierbas anuales para las especies vegetales y en reptiles y aves para la fauna.

Humedal Mantagua

El humedal Mantagua se ubica en la zona costera central de la comuna de Quintero, corresponde a un ecosistema formado en la desembocadura de los esteros Mantagua y Mala Cara en conjunto con el complejo dunario de Ritoque. Este humedal corresponde a uno de los más estudiados en toda la región, existen varias líneas base generadas por el MMA como el “Diagnóstico de sitios de alto valor para la conservación en la región de Valparaíso, línea 1” (MMA, 2015) o el “Informe Final, Propuesta técnica delimitación del humedal de Mantagua e identificación de áreas prioritarias a restaurar en la cuenca asociada” (Dinámica Costera, 2021).

Presenta una barra de arena que desconecta el sector estuarino con el mar, pero es erosionada periódicamente durante eventos de lluvias u oleajes fuertes, por lo que es considerado un humedal costero, además se forma albufera en su zona norte, en la depresión interdunar paralela al océano, generando así un área aproximada para todo el humedal de 57 hectáreas. Su cuerpo de agua es contante durante todo el año, teniendo una profundidad promedio de 1,5 metros, en estos

sectores se encuentran especies halófitas propias de sistemas de humedales costeros de Chile central. La mayoría son especies de amplia distribución regional, las de mayor abundancia corresponden a *Schoenoplectus californicus* var. (Totora), *Lotus tenuis*, *Schoenoplectus mucronatus* (Junco), *Cotula coronopifolia* (Botón de oro), *Rubus ulmifolius* (Zarzamora) y *Typha angustifolia* (Typha).

La zona es reconocida a nivel nacional como un observatorio natural de aves, de acuerdo a Dinámica Costera (2021), las aves que habitan el humedal serían alrededor de 161 especies, las que representan un 32,3% de la ornitofauna descrita para Chile (Barros *et al.*, 2015). La ilustre Municipalidad de Quintero realizó un catastro para los mamíferos que se encuentran en el humedal, como también de las especies de aves que presentan algún problema en su estado de conservación (Véase los anexos 7-9).

Esteros Mala Cara y Mantagua

La red de humedales Esteros Mala Cara y Mantagua corresponden a los principales tributarios de agua que alimentan al humedal Mantagua, se compone de los 2 esteros que dan su nombre, ambos confluyen unos kilómetros antes de desembocar en el humedal, el estero Mantagua nace en las laderas de los cerros Mauco y Colorado mientras que el estero Mala Cara proviene de la zona noreste de Quintero.

Todo el polígono propuesto por la I. Municipalidad de Quintero para ser denominado humedal urbano tiene un área aproximada de 88 hectáreas, esta área incluye todo el cauce de ambos esteros más algunos pequeños humedales que se forman en sus cercanías y un sector de vega cercano a la localidad de Santa Julia, considerando toda la subcuenca de ambos esteros, se considera una cuenca dendrítica de tipo exorreica y pertenece al conjunto de subcuencas costeras entre el Río Aconcagua y el estero Catapilco. La vegetación fue descrita por la Ilustre Municipalidad de Quintero (2022) y la consultora Dinámica Costera (2021), en estas quebradas se encuentran varias especies arbóreas, en mayor abundancia

especies esclerófilas como *Maytenus boaria* (Maitén), *Tisterix tetrandrus* Mart (Quintral), *Cryptocarya alba* (Peumo), *Peumus boldus* (Boldo), *Schinus latifolius* (Molle) e incluso *Beilschmeidia miersii* (Belloto del Norte), especie en estado vulnerable. Por otra parte, se encuentra alta presencia de especies invasoras como *Rubus ulmifolius* (Zarzamora), *Galega officinalis* (Galega), *Cirsium vulgare* (Cardo), *Eucalyptus globulus* Labill (Eucalipto), *Populus nigra* L (Álamo), *Hydrocotyle vulgaris* (Sombbrero de agua).

Humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua

El humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua corresponde a un ecosistema estuarino que se encuentra en el límite costero de las comunas de Quintero y Concón, se clasifica como un humedal natural, estuarino y ribereño con aportes de agua dulce y marinas. En su desembocadura se desarrolló una barra de arena la cual se forma y erosiona cíclicamente por eventos climáticos, todo el paisaje está influenciado por la dinámica del río Aconcagua, en su zona intermedia se encuentra un gran banco de arena y rodados denominado la Isla, en donde actualmente se encuentran viviendas irregulares aun cuando es una zona susceptible a inundaciones (MMA, 2021).

Este humedal fue propuesto por el Ministerio de Medio Ambiente en el año 2021 con un polígono de 28,8 hectáreas, pero finalmente fue declarado como humedal urbano en marzo del 2022 con un área de 56.3 hectáreas, casi el doble de lo propuesto. Se considera un humedal bicomunal, ya que una parte de él se encuentra en los límites de Quintero mientras que la otra parte pertenece a Concón. Según el catastro realizado por el MMA (2021), el humedal alberga más de 70 especies de aves entre migratorias y residentes, las especies migratorias provienen del Norteamérica y llegan durante los primeros meses de primavera, se pueden encontrar en este lugar, importantes colonias de *Larus dominicanus* (Gaviota dominicana), *Pelecanus thagus* (Pelícano), *Leucophaeus pipixcan* (Gaviotín de Franklin), *Phalaropus tricolor* (Pollito de mar tricolor), *Himantopus mexicanus* (Perritos) y otras especies como playeros, zorzales, loicas y pilpilenes.

2.5 Aspectos urbanos de Quintero.

La comuna de Quintero, en base a los datos del último Censo (2017), cuenta con una población de 31.923 personas, presentando una densidad bruta de 218,3 habitantes por km², teniendo proyectada para el año 2022 una población aproximada de 38.233 habitantes.

El actual Plan Regulador Comunal define un límite urbano que separa los sectores urbanos de los rurales, siendo las localidades de Quintero y Loncura parte del sector urbano, conocido también como sector península, mientras que las otras localidades de Ritoque, Santa Julia, Santa Adela, Santa Luisa, San Ramón, Valle Alegre, Mantagua y Santa Rosa de Colmo son definidas como el sector rural. En el sector península se concentra el 82,16% de la población y un 84,67% de las viviendas, mientras que el restante porcentaje de habitantes y viviendas pertenecen a las áreas rurales. La siguiente tabla resume la cantidad de habitantes y viviendas que presentaba la comuna en el año 2002 y el 2017, tomando como base cada una de las localidades de Quintero.

Localidades	Hab. 2002	Hab. 2017	% Crec.	Viv. 2002	Viv. 2017	% Crec.
Quintero	16.660	21.560	29,4	6.520	9.670	48,31
Loncura	2.059	4.678	127,2	3.319	5.098	53,6
Ritoque	75	72	-3	109	127	16,51
Santa Julia	209	495	136,8	57	227	296,49
Santa Adela	320	739	130,9	89	361	305,62
Santa Luisa	392	635	62	121	285	135,54
Valle Alegre	208	571	174,5	75	333	344
Mantagua	465	668	43,7	160	251	56,88
Santa Rosa de Como	106	109	2,8	43	52	20,93

Tabla 4; Variación de la población y viviendas de las localidades rurales entre el censo 2012 y el censo 2017, tabla elaborada a partir de los datos extraídos de Ramirez (2018).

Como se puede observar según la tabla anterior, el porcentaje de crecimiento de población se concentra en las áreas rurales, siendo las localidades de Valle Alegre, Santa Julia y Santa Adela, las que presentan una mayor diferencia en sus valores, de igual manera ocurre con los porcentajes de distribución de la población y viviendas entre lo urbano y lo rural (Véase figura 9), en donde el año 2002, el 5,93% de la población vivía en las localidades rurales, con un 8,45% del total de viviendas de la comuna, para el año 2017 estos porcentajes se duplicaron, alcanzando un 17% de la población habitando las áreas rurales con un 15,33% de viviendas.

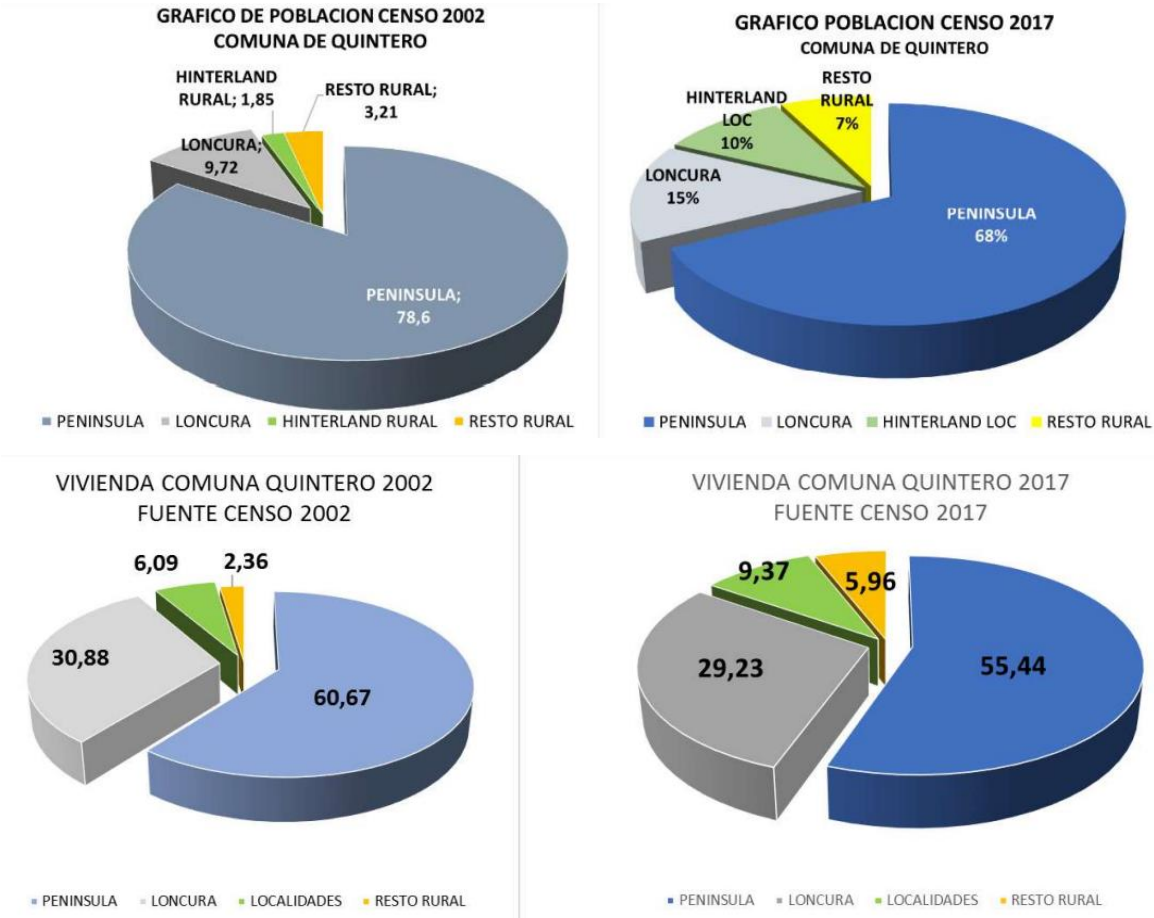


Figura 9; Gráficos torta de población y vivienda en Quintero, de acuerdo a matriz territorial, extraído de Ramírez (2018).

2.5.1 Áreas de crecimiento

En la última década, algunas localidades de la comuna han tenido un crecimiento en lo que se refiere a suelo construido, el cual es detallado en las figuras 10 y 11, según los datos urbanísticos del área de Asesoría Urbana de la Ilustre Municipalidad de Quintero (2022).

- La localidad de Quintero ha aumentado un total de 37 hectáreas su área de viviendas y equipamientos hacia el sector sur de la localidad.
- Loncura, por otro lado, ha visto un crecimiento de su área construida hacia el sector este, aumentando de 222 hectáreas en el 2010 a 265 hectáreas en la actualidad.
- Valle Alegre, en 2010 presentaba 55 hectáreas construidas, mientras que en la actualidad aumento a 600 hectáreas, indicando que en solo 10 años el suelo edificado creció alrededor de 11 veces su tamaño.



Figura 10; Crecimiento urbano de Quintero entre el 2010 y el 2021. Extraído de Ilustre Municipalidad de Quintero (2022).

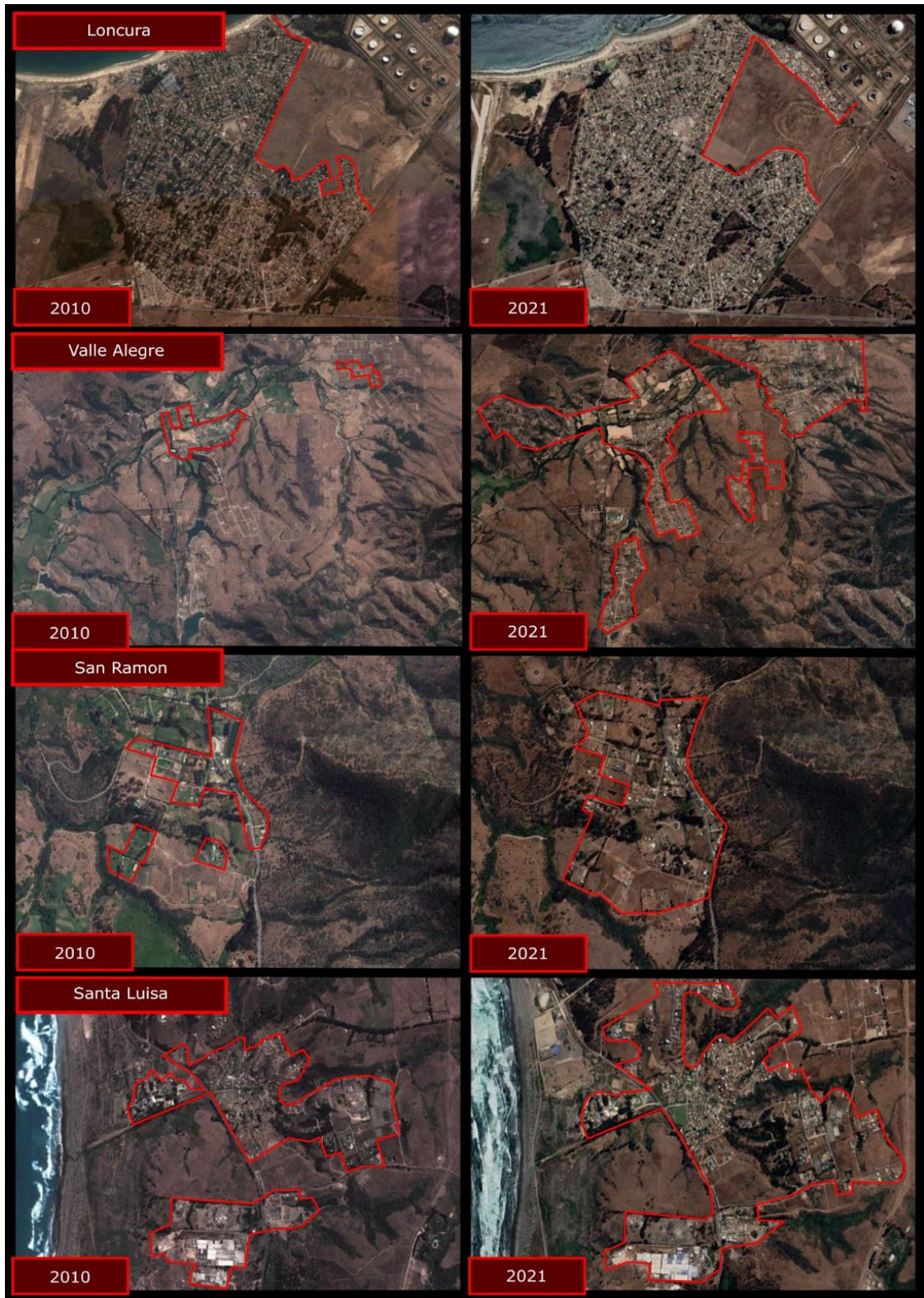


Figura 11; Crecimiento urbano en las localidades de Loncura, Valle Alegre, San Ramón y Santa Luisa entre el 2010 y 2021. Extraído de Ilustre Municipalidad de Quintero (2022).

- La localidad de San Ramón en el año 2010 presentaba 12 hectáreas construidas las cuales se concentraban en su zona norte, mientras que en su zona sur existían algunas viviendas aisladas. En la actualidad el suelo construido se amplió a 39 hectáreas.
- Santa Luisa en el año 2010 presentaba 73 hectáreas construidas; en la actualidad se extendió el territorio construido en su zona noreste alcanzando una extensión aproximada de 120 hectáreas.
- El resto de las localidades igualmente han tenido un crecimiento territorial, pero en menor medida que las mencionadas anteriormente, creciendo unas pocas hectáreas desde el 2010 hasta la actualidad.

Crecimiento porcentual de las comunidades [2010-2021]:

- Quintero: 8,72%
- Loncura: 19,36%
- Santa Adela: 64%
- San Ramón: 225%
- Valle Alegre: 909,9%

En base a los datos mencionados anteriormente, Ramírez (2018) definió las tendencias de crecimiento urbano relativo que presentan los distintos sectores de la comuna, en donde identifica las siguientes áreas de crecimiento y decrecimiento.

- Área sector península, incluye las localidades de Quintero, Loncura y Ritoque, en donde se presenta una disminución del porcentaje de crecimiento que debiesen tener estos sectores en base a la población y las viviendas, lo que quiere decir que existe una migración de los sectores urbanos a los sectores rurales.
- Área de localidades rurales, incluye las localidades de Valle Alegre, Santa Julia, Santa Adela, Santa Luisa y Mantagua, en ellas existe un aumento del

porcentaje de crecimiento de la población y las viviendas, indicando una migración hacia los sectores rurales.

- Área de Santa Rosa de Colmo, compuesta por la localidad del mismo nombre, en ella existe un bajo crecimiento poblacional, debido principalmente a que esta localidad está dividida entre tres comunas.

La siguiente figura representa las áreas descritas anteriormente, indicando en tonos verdes las áreas de crecimiento y en tonos rojos las áreas de decrecimiento de cada localidad.

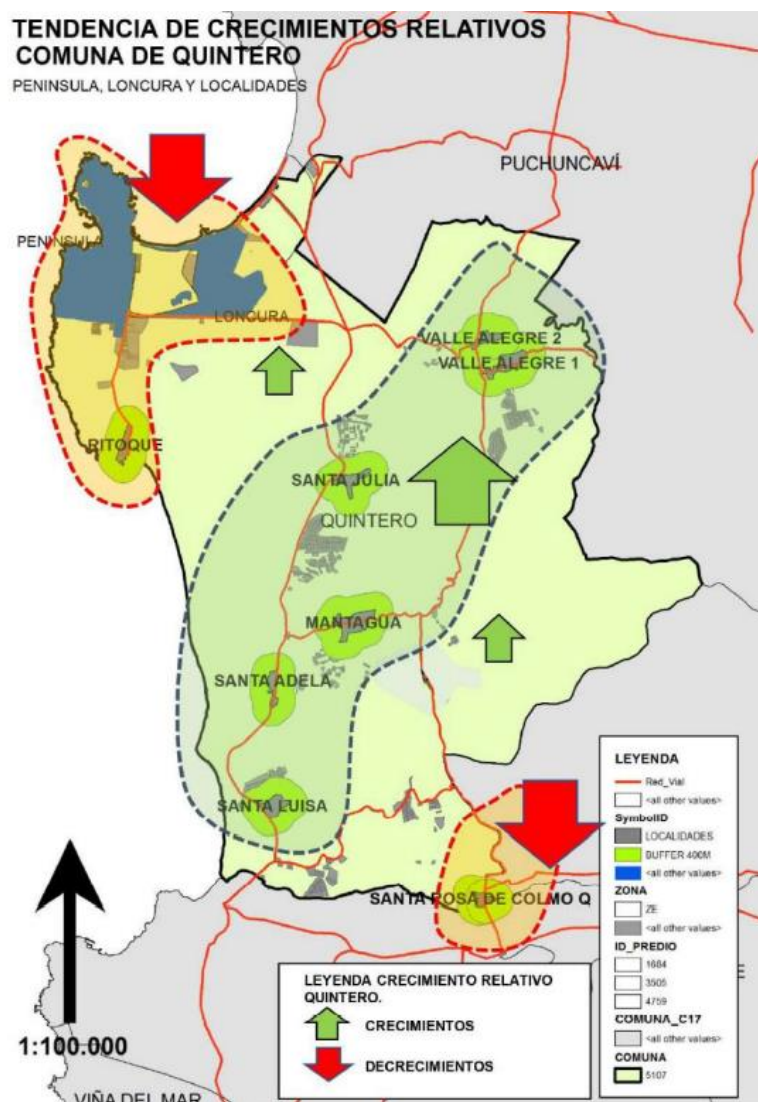


Figura 12; Plano de potenciales crecimientos territoriales de vivienda y población. Extraído de Ramírez (2018).

3. PROBLEMA

Existe una tendencia a la desaparición de los sistemas humedales en todo el mundo. En el caso de Quintero, estos han visto reducidos su espejo de agua debido principalmente a dos factores, la sequía que ha golpeado a nuestro país en los últimos años y la expansión urbana que se ha desarrollado alrededor de ellos o de sus cuencas aportantes. Esta última trae consigo problemáticas como intervenciones antrópicas a la morfología del sector, sobreconsumo del régimen hídrico de los humedales, ingreso de especies invasoras al ecosistema como los son los animales domésticos o la zarzamora y la generación de residuos domiciliarios sólidos y líquidos.

Aunque recientemente se ha promulgado la ley de Humedales Urbanos N.º 21.202, esta solamente logra dar protección al polígono declarado como “humedal urbano” y no genera algún tipo de buffer o amortiguación alrededor de este que evite el desarrollo urbano, generando una protección insuficiente para estos ecosistemas.

Por otro lado, estos ambientes tienen ciertas propiedades ecosistémicas que mitigan algunos desastres naturales como lo son los tsunamis, disminuyendo la fuerza del impacto de la ola, permitiendo que el agua fluya a través de él, inundando ese sector en específico y poniendo en riesgo localmente a las posibles poblaciones que habiten cerca de humedales.

Para poder generar una protección completa de estos ecosistemas, se propone generar zonificaciones de usos de suelos alrededor de estos humedales, con la idea de que sean incluidos en la actualización del Plan Regulador Comunal de Quintero, permitiendo que se fortalezca la ley 21.202 con los Instrumentos de Planificación Territorial y así proteger a los humedales y a la población de los riesgos que generan ambos al estar en el mismo ambiente de forma irregular.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

- Proponer una zonificación de usos de suelo alrededor de los humedales urbanos y sus cuencas aportantes para ser consideradas en la actualización del Plan Regulador Comunal de Quintero.

4.2 Objetivos Específicos

- Delimitar el alcance de las zonas de influencias de los humedales y sus cuencas aportantes.
- Definir los factores de riesgos y amenaza determinados para cada humedal.
- Establecer las zonificaciones de usos de suelo en las zonas de influencia de los humedales y sus cuencas aportantes.

5. METODOLOGÍA

Con el fin de llevar a cabo los objetivos planteados anteriormente, se realizó una investigación no experimental de tipo longitudinal en los “humedales urbanos” de Quintero, con la finalidad de proponer usos de suelo que sean compatibles con estos ecosistemas y que busquen evitar su deterioro por la escasez hídrica y el desarrollo urbano. Para esto, la siguiente figura indica un paso a paso de las actividades, insumos y antecedentes que forman parte de la metodología a trabajar.

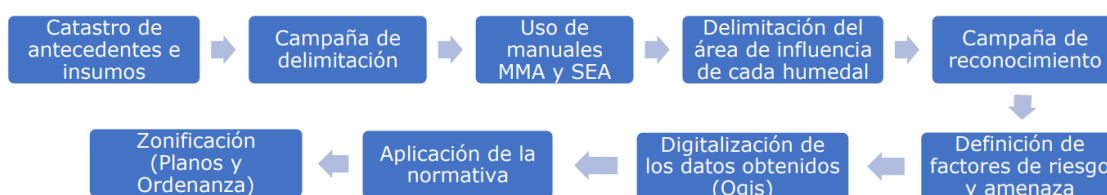


Figura 13; Esquema del paso a paso de la metodología planteada.

5.1 Insumos y antecedentes

Durante el proceso de actualización de un Plan Regulador Comunal, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (O.G.U.C) indica la necesidad de realizar diversos estudios que formarán parte de la actualización y corresponderán a los diagnósticos que fundamentarán todas las modificaciones en el plan regulador, igualmente solicita la incorporación de los Humedales Urbanos declarados en la actualización. Como insumos para esta propuesta de zonificación se tienen varios estudios realizados por encargo de la Ilustre Municipalidad de Quintero a empresas especializadas en estudios de información territorial, como también se considera el acceso público a informes, líneas base e imágenes satelitales del Ministerio de Medio Ambiente y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S.G.S.).

5.1.1 Levantamiento cartográfico base de Quintero

La empresa Digimapas Chile Limitada, realizó un levantamiento cartográfico completo de la comuna de Quintero con la finalidad de servir de base para la

actualización del Plan Regulador Comunal de Quintero, para esto se realizaron sobrevuelos los días 28 y 29 de noviembre del 2019 generando un levantamiento aero - fotogramétrico mediante un sistema Lidar (sistema de medición y detección de objetos mediante láser).

Se utilizaron diferentes escalas de detalles según las zonas a revisar, el área urbana de Quintero correspondiente al sector peninsular se definió con una escala 1 : 1.000, abarcando aproximadamente 2.012 Ha aproximadamente, el resto del área de Quintero se definió con una escala 1 : 2.000 abarcando 10.352 Ha aproximadamente. Para la planificación de los vuelos se utilizó el Sistema de Referencia WGS84, una proyección cartográfica UTM Huso 19S y un modelo de elevación global Geoidal EGM08. Las figuras 14 y 15 representan las áreas trabajadas y las rutas de vuelos que se utilizaron para generar las imágenes.

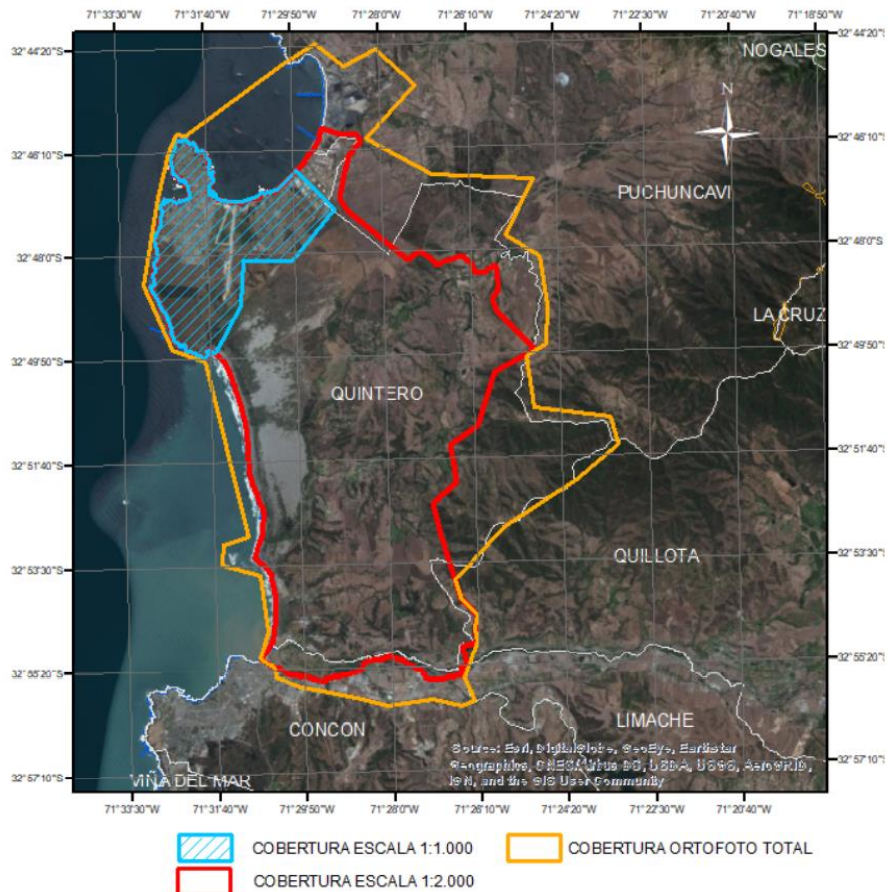


Figura 14; Diferentes áreas de cobertura de vuelo según la escala a trabajar.

Como resultados del vuelo, se obtuvo los siguientes insumos, los cuales son resumidos en la figura 16;

- Mosaico del área urbana de Quintero.
- Mosaico del área Premval de Quintero.
- Modelo de Elevación Digital (DEM en su sigla en inglés (1 metro).
- Curvas de nivel de toda la comuna (1 metro).
- Un compilado de Shapes en donde se encuentran caminos pavimentados, caminos de tierra, árboles, veredas, equipamientos comunales, postes, edificaciones, muros, playas, líneas férreas, oleoductos, entre varios más.
- Un Visualizador Web viewer 360° para todos los caminos de la comuna.

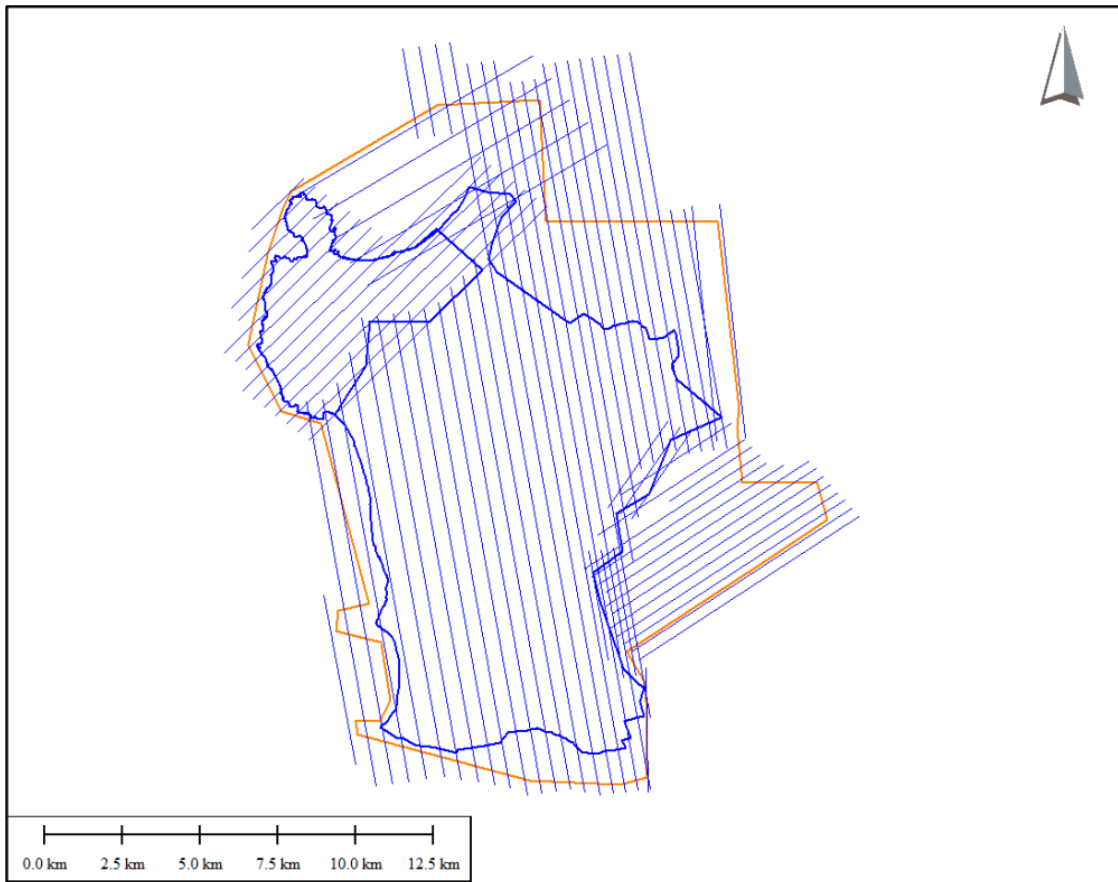


Figura 15; Líneas de vuelo definidas.

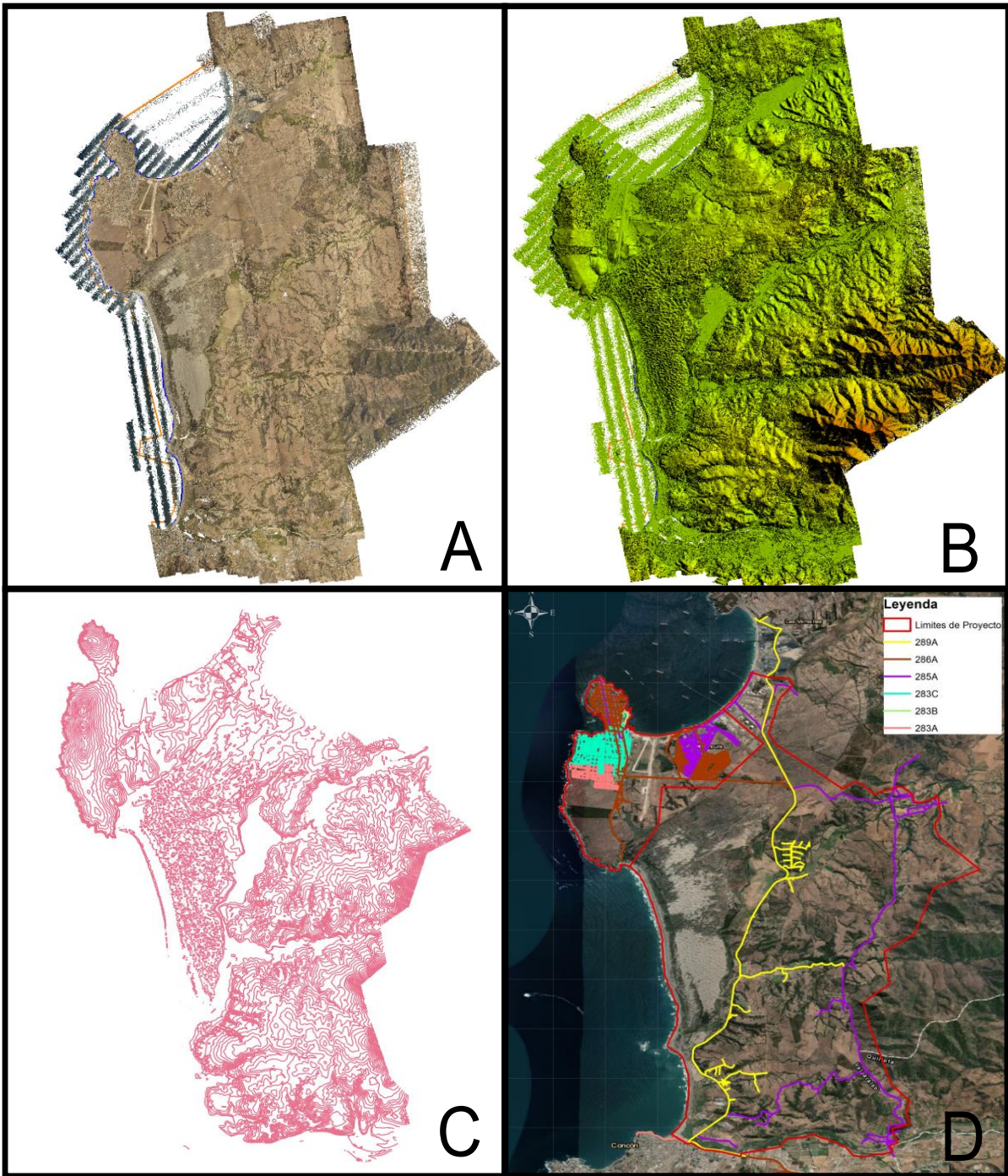


Figura 16; Insumos del levantamiento cartográfico; A: Mosaico completo de Quintero; B: DEM de alta resolución; C: curvas de nivel de la comuna; D: Rutas del visualizador Web viewer.

5.1.2 Estudio de Riesgo y Protección Ambiental para la actualización del Plan Regulador Comunal de Quintero.

Un estudio de Riesgo y Protección Ambiental corresponde a un insumo obligatorio para la actualización de cualquier Plan Regulador Comunal según el artículo 2.1.10 de la O.G.U.C., este tiene como objetivo definir áreas de riesgos naturales y antrópicos, zonas no edificables, áreas de protección de recursos de valor natural y áreas de protección de recursos de valor patrimonial, todas estas definidas en los artículos 2.1.17 y 2.1.18 de la O.G.U.C. La siguiente figura tipo esquema simplifica lo mencionado anteriormente, indicando los objetivos y resultados de un estudio de riesgo y protección ambiental.



Figura 17; Objetivos de un estudio de riesgo y protección ambiental para la actualización de un Plan Regulador Comunal.

Para la comuna de Quintero, este estudio fue realizado por la empresa Xterrae Geología SPA, iniciando en enero del 2021 y finalizando en mayo del 2022, la consultora trabajó con los insumos generados por el levantamiento cartográfico base de Quintero, sumado a información requerida a diferentes órganos del estado (Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Salud, Dirección General de Agua, Fuerza aérea de Chile, DIRECTEMAR, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, EFE, Capitanía de puerto, etc.). Como resultados del estudio se obtuvieron las

siguientes zonificaciones que serán utilizadas como insumos para este trabajo, sumado al informe final del estudio (Rauld *et al.*, 2022);

- Áreas de riesgo natural
 - Áreas de riesgo de desborde de cauce
 - Áreas de riesgo de anegamiento
 - Áreas de riesgo de tsunami
 - Áreas de riesgo de procesos de ladera
 - Áreas de riesgo de flujos de barro y/o detrito
 - Áreas de riesgo de erosión acentuada
 - Áreas de riesgo de licuefacción
- Áreas de riesgo antrópico
 - Sitios con potencial presencia de contaminantes
 - Áreas con riesgo de bleve
- Zonas no edificables
 - Oleoductos
 - Gaseoductos
 - Líneas férreas
 - Tendido eléctrico de alta tensión
 - Resguardo de infraestructura energética
 - Áreas de restricción aérea FACH.
- Áreas de valor natural
 - Humedales urbanos
 - Santuarios de la naturaleza
- Áreas de valor patrimonial
 - Inmuebles de conservación histórica
 - Zonas de conservación histórica
 - Monumentos nacionales
 - Zonas típicas

5.1.3 Informes y líneas base de los Humedales Urbanos

La reciente ley de Humedales Urbanos solicita para dar inicio al proceso de reconocimientos de estos ecosistemas la generación de una línea base, la cual puede ser realizadas, tanto por el Ministerio de Medio Ambiente como por las Municipalidades que deseen postular estos informes son recopilados en la página web del Ministerio y son de acceso público.

Según el decreto N.º15 del MMA del año 2020 el cual genera el reglamento de la ley de humedales urbanos, estas líneas bases se componen de antecedentes generales como el nombre del humedal, tamaño en hectáreas, una composición cartográfica en una escala entre 1 : 1.000 y 1 : 5.000 y la división política administrativa que este tenga, como también de antecedentes complementarios como la caracterización de los paisajes, ecosistemas presentes y sus principales atributos naturales expresados en su geología, geomorfología, hidrología, vegetación, los servicios ecosistémicos provistos, amenazas que afecten el humedal e información de las principales especies que es posible encontrar, aunque todo dependerá de la información generada por los municipios o el Ministerio de Medio Ambiente según sea el caso.

5.1.4 Imágenes satelitales

Se han obtenido imágenes satelitales de los satelitales Landsat y Sentinel 2 a través de la página de la Sociedad Geológica de los Estados Unidos (U.S.G.S.) para el área de la región de Valparaíso, Chile, el registro más antiguo de la zona fue tomado en el año 1973 por los primeros satélites Landsat, los cuales fueron puestos en órbita por la Nasa en el año 1972. En total se trabajó con 22 imágenes satelitales, siendo 11 tomadas en los meses de verano y las otras 11 durante meses de invierno, la de mayor antigüedad corresponde al año 1986 y desde ese momento hasta 1995 se obtienen registros del satélite serie Landsat 4-5, aquellas imágenes obtenidas entre el año 2000 y el 2014 corresponden al satélite serie Landsat 7 y aquellas desde el 2016 hasta la actualidad corresponden al satélite Sentinel 2, a continuación se detalla el satélite y las fechas de cada registro;

- Serie Landsat 4-5 del 25 de enero de 1986 (Verano).

- Serie Landsat 4-5 del 05 de junio de 1986 (Invierno).
- Serie Landsat 4-5 del 01 de enero de 1991 (Verano).
- Serie Landsat 4-5 del 05 de julio de 1991 (Invierno).
- Serie Landsat 4-5 del 05 de enero de 1995 (Verano).
- Serie Landsat 4-5 del 07 de julio de 1995 (Invierno).
- Serie Landsat 7 del 28 de febrero del 2000 (Verano).
- Serie Landsat 7 del 03 de junio del 2000 (Invierno).
- Serie Landsat 7 del 25 de febrero del 2005 (Verano).
- Serie Landsat 7 del 12 de septiembre del 2005 (Invierno).
- Serie Landsat 7 del 06 de enero del 2010 (Verano).
- Serie Landsat 7 del 17 de julio del 2010 (Invierno).
- Serie Landsat 7 del 02 de febrero del 2014 (Verano).
- Serie Landsat 7 del 17 de junio del 2014 (Invierno).
- Serie Sentinel 2 del 06 de abril del 2016 (Verano).
- Serie Sentinel 2 del 01 de septiembre del 2016 (Invierno).
- Serie Sentinel 2 del 10 de marzo del 2018 (Verano).
- Serie Sentinel 2 del 23 de julio del 2018 (Invierno).
- Serie Sentinel 2 del 09 de enero del 2020 (Verano).
- Serie Sentinel 2 del 11 de agosto del 2020 (Invierno).
- Serie Sentinel 2 del 18 de enero del 2022 (Verano).
- Serie Sentinel 2 del 17 de junio del 2022 (Invierno).

Cada uno de los 22 registros contienen bandas multiespectrales de diferentes longitudes de ondas, las cuales al ser mezcladas entre ellas por las calculadoras ráster de los diferentes programas GIS, nos entregan diferentes índices espectrales. Estos índices espectrales pueden medir varios parámetros bióticos como la humedad relativa de los suelos, estrés hídrico, índice de carbonización de los suelos e incluso los registros glaciares, además de otros parámetros abióticos como la mineralización del suelo, el crecimiento urbano o el grado de intervención antrópico de los ecosistemas.

Las imágenes Landsat 4-5 Thematic Mapper (TM) consisten en 7 bandas espectrales con una resolución de 30 metros cada una, a excepción de la banda 6 que representa el infrarrojo térmico con una resolución de 120 metros. La siguiente tabla representa los valores del rango espectral y resolución de cada banda.

Landsat 4-5	Rango espectral (μm)	Resolución (metros)
Banda 1	0.45 – 0.52	30 mts
Banda 2	0.52 - 0.60	30 mts
Banda 3	0.63 – 0.69	30 mts
Banda 4	0.76 – 0.90	30 mts
Banda 5	1.55 – 1.75	30 mts
Banda 6 (Infrarrojo)	10.40 – 12.50	120 mts
Banda 7	2.08 - 2.35	30 mts

Tabla 5; Bandas espectrales presentes en el satélite Landsat 4-5.

Las imágenes Landsat 7 Thematic Mapper (TM) presenta 8 bandas, 6 de ellas son espectrales con resoluciones de 30 metros, una es pancromática, lo que quiere decir que se representa en blanco y negro, pero es sensible a todas las longitudes de ondas del espectro visible, esta tiene una resolución de 15 metros y finalmente, la última banda es infrarroja con una resolución de 60 metros. La siguiente tabla representa los valores del rango espectral y resolución de cada banda.

Landsat 7	Rango espectral (μm)	Resolución (metros)
Banda 1	0.441 – 0.514	30 mts
Banda 2	0.519 - 0.601	30 mts
Banda 3	0.631 – 0.692	30 mts
Banda 4	0.772 – 0.898	30 mts
Banda 5	1.547 – 1.749	30 mts
Banda 6 (Infrarrojo)	10.31 – 12.36	60 mts
Banda 7	2.064 - 2.345	30 mts
Banda 8 (pancromática)	0.515 – 0.896	15 mts

Tabla 6; Bandas espectrales presentes en el satélite Landsat 7.

Las imágenes Sentinel 2 presenta 13 bandas, las cuales son obtenidas por 2 satélites “gemelos”, Sentinel 2A y Sentinel 2B, 4 bandas tienen una resolución de 10 metros, 6 de 20 metros y 3 presentan resolución de 60 metros. A diferencia de las imágenes Landsat, Sentinel 2 tiene una mayor resolución y es capaz de analizar en mayor detalles los componentes bióticos del sistema, especialmente vegetación y humedad de los suelos. Por otro lado, además es capaz de analizar sistemas glaciares y discriminar las condiciones climáticas como la nubosidad, del resto de la imagen. La siguiente tabla representa los valores del rango espectral y resolución de cada banda.

Sentinel 2	Rango espectral (μm)	Resolución (metros)
Banda 1	0.43 – 0.45	60 mts
Banda 2	0.45 - 0.52	10 mts
Banda 3	0.54 – 0.57	10 mts
Banda 4	0.65 – 0.68	10 mts
Banda 5	0.69 – 0.71	20 mts
Banda 6	0.73 – 0.74	20 mts
Banda 7	0.77 – 0.79	20 mts
Banda 8 A (infrarrojo)	0.78 – 0.90	10 mts
Banda 8 B (infrarrojo)	0.85 – 0.87	20 mts
Banda 9	0.93 – 0.95	60 mts
Banda 10	1.36 – 1.39	60 mts
Banda 11	1.56 – 1.65	20 mts
Banda 12	2.10 – 2.28	20 mts

Tabla 7; Bandas espectrales presentes en el satélite Sentinel 2.

Todas estas bandas son incorporadas al programa Qgis, el cual permite, a través de su calculadora ráster, obtener diversos índices espectrales al unir y sobreponer diferentes bandas entre sí para calcular estos índices espectrales. La siguiente tabla indica las relaciones que se utilizan para cada banda en la calculadora ráster de los programas Qgis.

	NDVI	NDMI	MSI	NDWI
Landsat 4-5	$(B4-B3) / (B4+B3)$	$(B4-B5) / (B4+B5)$	$B5 / B4$	$(B2-B4) / (B2+B4)$
Landsat 7	$(B4-B3) / (B4+B3)$	$(B4-B5) / (B4+B5)$	$B5 / B4$	$(B2-B4) / (B2+B4)$
Sentinel 2	$(B8-B4) / (B8+B4)$	$(B8-B11) / (B8+B11)$	$B11 / B8$	$(B3-B8) / (B3+B8)$

Tabla 8; Matemática de la calculadora Ráster de los programas gis para calcular los índices espectrales en base a las bandas de cada satélite.

Existen varios tipos de índices espectrales como resultados de estas uniones, pero para este estudio se consideran los siguientes:

Índice de diferencia normalizada de vegetación (NDVI): Indicador numérico que utiliza las bandas espectrales cercanas al rojo y al infrarrojo, este índice se asocia al contenido de vegetación de los suelos. Sus valores rondan entre el -1 y el 1, altos valores indican una mayor cercanía al espectro infrarrojo, lo que se traduce en una vegetación más densa y saludable.

- [-1,0 – 0]: Planta muerta o inexistente.
- [0 – 0,33]: Planta enferma.
- [0,33 – 0,66]: Planta medianamente sana.
- [0,66 – 1,0]: Planta sana.

Índice de diferencia normalizada de humedad (NDMI): Indicador numérico que utiliza las bandas infrarrojas cortas y cercanas, este índice se asocia al contenido de agua que presenta la vegetación, varía entre el -1 y el 1, altos valores indican una mayor humedad en el ambiente.

- [-1,0 – -0,6]: Cobertura del dosel casi inexistente.
- [-0,6 – -0,2]: Cobertura del dosel muy baja.
- [-0,2 – 0,2]: Cobertura del dosel media-baja.
- [0,2 – 0,6]: Cobertura del dosel media.
- [0,6 – 1,0]: Cobertura del dosel alta.

Índice de estrés hídrico (MSI): Indicador que se utiliza para el análisis del estrés hídrico presente en el dosel, varía entre 0 y 3, altos valores indican un mayor déficit de agua en la vegetación y, por lo tanto, un menor contenido de humedad en el suelo.

- [0 – 0,2]: Suelos húmedos.
- [0,2 – 2,2]: Suelos normales con vegetación.
- [2,2 – 3,0]: Suelos secos con alto estrés hídrico.

Índice de diferencia normalizada de agua (NDWI): Índice que se utiliza para el análisis de masas de agua, utiliza las bandas verdes y las cercanas al infrarrojo, indica el grado de saturación que presentan los suelos, al igual que el contenido de agua de algunas especies vegetales, se utiliza principalmente para el análisis de balance hídrico. Sus valores varían entre -1 y 0,2.

- [-1,0 – -0,3]: Superficies sin agua.
- [-0,3 – 0]: Superficies casi sin agua.
- [0 – 0,2]: Superficies inundables.

5.2 Campaña de delimitación del área de influencia.

Se contempló la necesidad de generar una campaña de terreno hacia los humedales objetivos de este estudio en conjunto con sus cuencas aportantes, con la finalidad de delimitar el área de influencia de cada humedal, dando cumplimiento al objetivo específico 1. La campaña se realizó durante el mes de julio del 2022 y en ella se recopilaron datos, reconocieron antecedentes, se georreferenciaron puntos clave. Para lograr esta obra se consideraron los siguientes pasos para los trabajos de pre terreno, terreno y gabinete.

Pre terreno: Revisión de los antecedentes cartográficos, líneas base de los humedales urbanos y antecedentes bibliográficos, definición de los puntos de interés a trabajar en el terreno, generación de planos de trabajo y planteo de las rutas de trabajo.

Terreno: Revisión de los límites definidos en cada humedal urbano, reconocimientos de los límites asociados a las cuencas aportantes, identificación y descripción de las alteraciones antrópicas al medio natural, dando énfasis a las morfologías naturales y finalmente realizar los trabajos de geolocalización y georreferenciación de todos los puntos de interés estudiados.

Gabinete: Digitalización de todos los puntos de interés geolocalizados y georreferenciados con el programa Qgis, en formatos Shapes con un Sistema de Referencia WGS84 y una proyección cartográfica UTM Huso 19S. Pueden ser representados en forma de polígonos, puntos o líneas dependiendo de las características del dato. Una vez ingresado todo lo obtenido en terreno en el programa Qgis, se superponen todos estos Shapes con los datos provenientes de los insumos y antecedentes recopilados previamente, para dar paso a la delimitación del área de influencia de cada humedal urbano según las redes hidrográficas obtenidas, los datos morfológicos recopilados, las áreas de intervención antrópica y las áreas definidas por el MMA. El siguiente diagrama resume el paso a paso de esta primera campaña de terreno, diferenciando los periodos de pre terreno, terreno y gabinete.

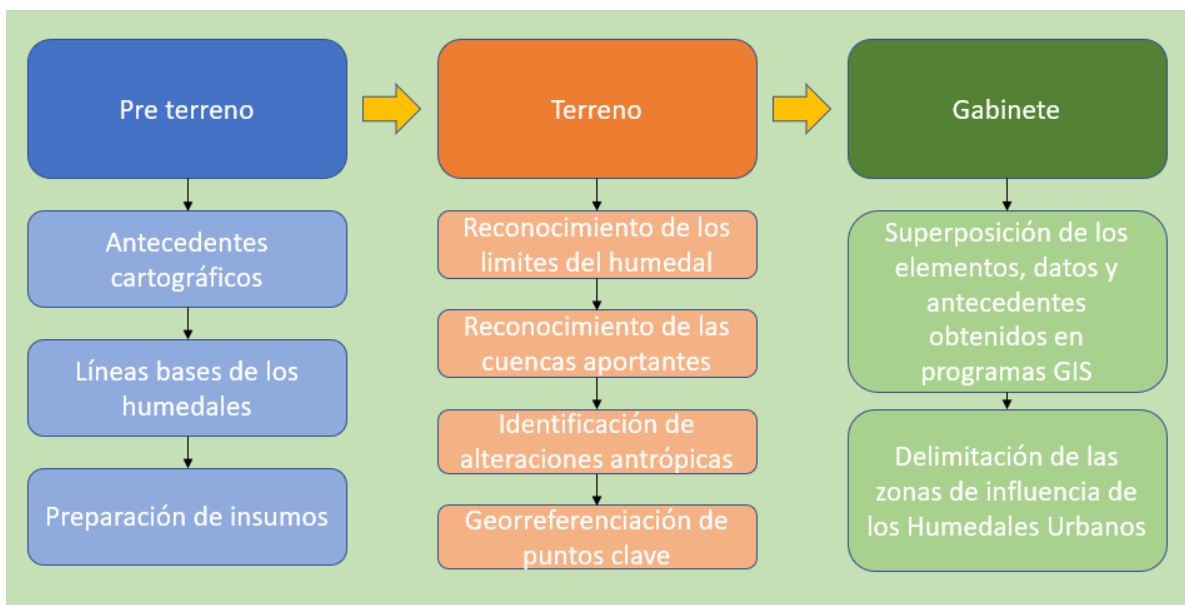


Figura 18; Diagrama de pasos para la campaña de delimitación del área de influencia.

Durante todo el proceso de delimitación se tomaron en cuenta los aspectos mencionados en manuales creados tanto por el Ministerio de Medio Ambiente como por el Servicio de Evaluación Ambiental;

- Guía de delimitación y caracterización de Humedales Urbanos (MMA, 2022).
- Área de influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA, 2017).

5.3 Campaña de reconocimiento.

La segunda campaña tuvo como objetivo trabajar el área de influencia de cada humedal para poder generar una caracterización geomorfológica de la microcuenca, catastrar las especies nativas y analizar y definir los posibles riesgos y amenazas asociados a cada humedal urbano. En base al tamaño del área de influencia definida previamente, el nivel de detalle de cada elemento vario según cada humedal, teniendo un mayor detalle de trabajos los humedales Los Juanes, “Desembocadura del Río Aconcagua” y “Mantagua”, mientras que los esteros Mala Cara y Mantagua presentan un menor nivel de detalle. Para lograr los objetivos de esta campaña, mencionados anteriormente, se consideraron los siguientes pasos para los trabajos de pre terreno, terreno y gabinete.

Pre terreno: Revisión de los antecedentes cartográficos, líneas base de los humedales urbanos, datos obtenidos de la primera campaña de terreno y antecedentes bibliográficos, para luego definir puntos de interés a trabajar en el terreno, generar los planos del área a trabajar y delimitar las rutas a recorrer.

Terreno: Revisión en terreno de los límites del área de influencia de cada humedal urbano definidos previamente, caracterización en terreno de las morfologías presentes, en donde se describen los posibles procesos que dan el relieve de las formas de depositación y erosión, además de su función en la dinámica de los humedales. Catastro de las especies nativas que se encuentran en el área, dando

énfasis a aquellos organismos inmóviles y duraderos como los árboles, ya que estos no varían con el tiempo y son más aptos para ser considerados en un Plan Regulador. Definir los riesgos y amenazas de cada humedal, dando cumplimiento al objetivo específico 2. Finalmente, geolocalizar y georreferenciar todos los datos obtenidos en terreno para su posterior proceso en gabinete.

Gabinete: Digitalización de todos los puntos de interés y datos geolocalizados y georreferenciados al programa Qgis, en formatos Shapes con un Sistema de Referencia WGS84 y una proyección cartográfica UTM Huso 19S, pueden ser representados en forma de polígonos, puntos o líneas dependiendo de las características del dato. El siguiente diagrama resume el paso a paso de la primera campaña de terreno, diferenciando los periodos de pre terreno, terreno y gabinete.

El siguiente diagrama resume el paso a paso de esta segunda campaña de terreno, diferenciando los periodos de pre terreno, terreno y gabinete.

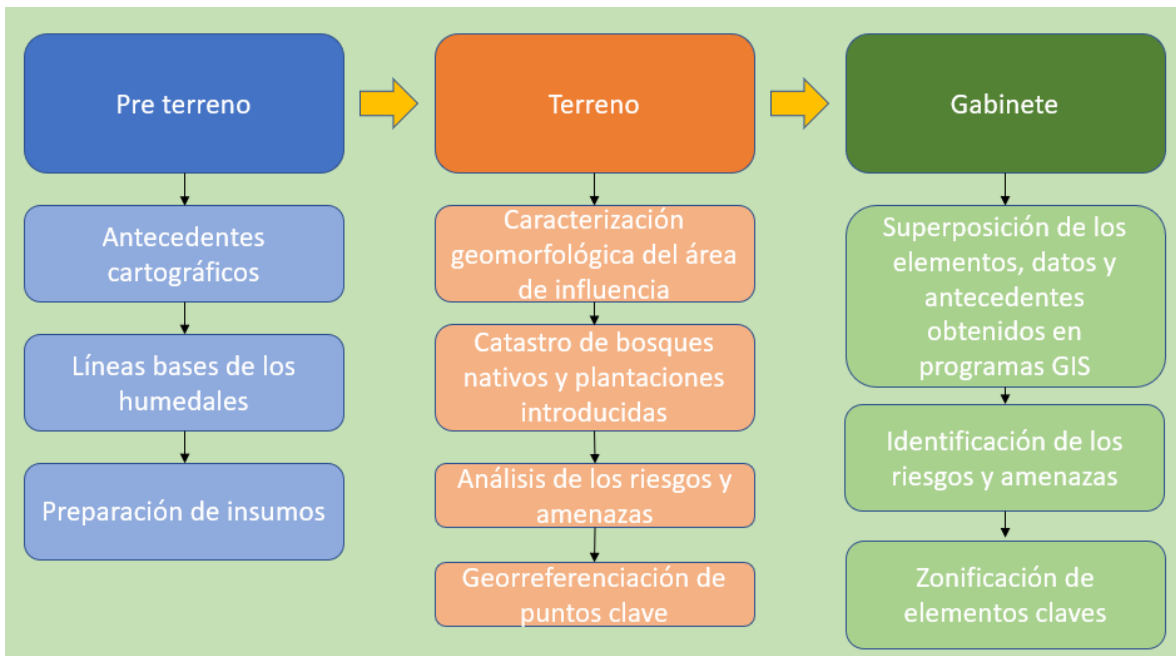


Figura 19; Diagrama de pasos para la segunda campaña de terreno.

5.4 Manuales

Varias organizaciones públicas como el MMA o el SEA en conjunto con ONG y empresas privadas de carácter ambiental han fabricado manuales de acceso público sobre temáticas de humedales, en su mayoría se encuentran técnicas de delimitación de Humedales Urbanos o proyectos, los cuales son utilizados como base para la delimitación de las áreas de influencia de cada humedal. Por otro lado, otros proponen los lineamientos para proteger áreas de valor natural y el cómo incluirlos en los Instrumentos de Planificación Territorial.

Los siguientes manuales corresponden a insumos utilizados en este trabajo para definir los criterios de zonificación de usos de suelo;

- Manual de planificación de áreas silvestres protegidas (Oltremari & Thelen, 2003).
- Planificación ecológica en Instrumentos de Ordenamiento Territorial de competencia municipal (FIMA, 2021).
- Guía de buenas prácticas ambientales en humedales costeros (GEF Humedales Costeros, 2021).

5.5 Normativa

Para una correcta zonificación de los usos de suelos se debe tener en cuenta las normativas que rigen los Instrumentos de Planificación Territorial tanto intercomunales como comunales, además los objetivos que tenga cada zonificación alrededor de los Humedales Urbanos deben ser acordes a los criterios mínimos de sustentabilidad definidos en la Ley 21.202/2020 y su posterior reglamento (Decreto 15/2020 MMA). Por otro lado, para un correcto reconocimiento y posterior definición de las restricciones de urbanización alrededor de los Humedales Urbanos se deben tener en cuenta las características ecológicas del suelo, para ello se toman en cuenta varios manuales y guías creadas por el Ministerio de Medio Ambiente, Servicio de Evaluación Ambiental y organismos privados.

5.5.1 Ley General de Urbanismo y Construcciones (L.G.U.C.) y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (O.G.U.C)

La Ley General de Urbanismo y Construcciones D.F.L. N.º 458 de 1976 y su respectiva Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones D.S. N.º47 de 1992 son las principales normativas que definen, regulan, rigen y dan las directrices para la creación, implementación y correcto funcionamiento de los Instrumentos de Planificación Territorial. En su Título II “De la planificación Urbana” define todo lo mencionado anteriormente. Para los alcances de este trabajo, al ser una propuesta de zonificación de usos de suelo, no se consideran los aspectos y requisitos técnicos definidos en la ley como lo son la participación ciudadana, la Evaluación Ambiental Estratégica o la aprobación del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

El artículo 2.1.10 y el 2.1.10 bis indican los contenidos que toda actualización de un Plan Regulador Comunal debe presentar ante el Ministerio de Vivienda y Urbanismo para ser aprobado, la propuesta de zonificación que abarca este trabajo está definida en la letra f del artículo 2.1.10 bis.

“Zonificación en que se dividirá la comuna, la que podrá desagregarse, a su vez, a nivel de subzonas, sectores o una porción específica del territorio, en base a algunas de las siguientes normas urbanísticas: usos de suelo, sistemas de agrupamiento de las edificaciones, coeficientes de constructibilidad, coeficientes de ocupación de suelo o de los pisos superiores, alturas máximas de edificación, adosamientos, distanciamientos mínimos a los medianeros, antejardines, ochavos y rasantes; superficie de subdivisión predial mínima; densidades máximas, exigencias de estacionamiento según destino de las edificaciones; áreas de riesgo o de protección, señalando las condiciones o prevenciones que se deberán cumplir en cada caso, conforme a los artículos 2.1.17. y 2.1.18. de este mismo Capítulo”

De lo anterior se define que la zonificación es una parte del proceso de generación de Instrumentos de Ordenamiento Territorial, consistiendo en este caso en la

definición de los usos de suelo y sus respectivas normas urbanísticas en las áreas definidas dentro del área de influencia de cada humedal urbano, georreferenciando y definiendo un territorio con características homogéneas que busquen lograr reducir las amenazas a las que están sometidas los humedales y así logran evitar su desaparición.

Por lo tanto, se considera que para lograr una correcta zonificación se debe realizar una planimetría de las áreas a zonificar con sus respectivos usos de suelo y, por otro lado, un documento escrito correspondiente a la ordenanza que define las normas urbanísticas y condiciones que presente cada uso de suelo definido.

El artículo 2.1.24 de la O.G.U.C. indica que existen 6 tipos de usos de suelo posibles con características propias, es importante destacar que un mismo sector puede tener más de un tipo de uso de suelo. Estos usos son los posibles a zonificar alrededor de los humedales, sin considerar aquellos que por normativa están definidos y predeterminados, como lo son los mismos humedales urbanos, Parques Nacionales, Santuarios de la Naturaleza, Zonas de Industria Peligrosas o Molesta o Zonas de Infraestructura Portuaria como la base de la Fuerza Aérea de Quintero. A continuación se presentan los tipos de usos de suelo que indica la O.G.U.C. con las posibles edificaciones que puede existir en cada uno.

- Residencial (Viviendas, Hospedajes, Lugares de acogida)
- Equipamiento (Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social)
- Actividades Productivas (Industrias, Instalaciones con impactos similar a las industrias)
- Infraestructura (Transporte, Sanitaria, Energético)
- Espacio Público (Parques, Plazas y Áreas verdes públicas, Sistema vial)
- Área Verde (Parques, Plazas y Áreas libres destinadas a área verde que no sean Bienes Nacionales de Uso Público).

El artículo 116 de la L.G.U.C. menciona la existencia de diferentes “Normas urbanísticas” las cuales son definidas en el artículo 1.1.2 de la O.G.U.C., estas normas urbanísticas definen las características que deben tener construcciones. Se considera la existencia de 18 normas urbanísticas:

- Usos de suelo
- Cesiones
- Sistemas de agrupamiento
- Coeficiente de constructibilidad
- Coeficiente de ocupación de suelo
- Coeficiente de ocupación de los pisos superiores
- Superficie predial mínima
- Alturas máximas de edificación
- Adosamientos
- Distanciamientos
- Antejardines
- Ochavos Rasantes
- Densidad bruta máxima
- Estacionamientos
- Franjas afectas a declaratoria de utilidad pública
- Áreas de riesgo
- Áreas de protección

5.5.2 Ley 21.202. Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los Humedales Urbanos.

La Ley 21.202/2020 y su posterior reglamento (Decreto 15/2020 MMA) es la principal normativa que rige la definición y protección de los Humedales Urbanos, esta define los lineamientos que deben llevar las municipalidades para el proceso de reconocimiento de estos ecosistemas y define los “Criterios Mínimos de Sustentabilidad” que se deben regir una vez sea declarado un humedal.

El artículo 3 del Decreto 15/2020 MMA define la existencia de 3 criterios mínimos de sustentabilidad.

- Criterios mínimos que permiten resguardar las características ecológicas y el funcionamiento de los humedales urbanos
 - Conservación, protección y/o restauración de las características ecológicas del humedal
 - Mantenimiento de la conectividad biológica de los humedales urbanos.
 - Mantenimiento de la superficie de humedales urbanos.

- Criterios mínimos que permiten mantener el régimen hidrológico superficial y subterráneo de los humedales urbanos
 - Mantenimiento del régimen y conectividad hidrológica de los humedales urbanos.
 - Enfoque de manejo integrado de recursos hídricos.

- Criterios mínimos para el uso racional de los humedales urbanos
 - Enfoque de desarrollo sustentable
 - Integración de los humedales urbanos como infraestructura ecológica de las ciudades

Sumado a lo anterior, el MMA desarrollo un informe denominado “Propuesta de criterios mínimos para la sustentabilidad de Humedales Urbanos” (MMA, 2020) en donde proponen otros 14 criterios de sostenibilidad, los cuales no son representativos de los definidos por la ley, pero igualmente son tomados en cuenta para la zonificación de usos de suelo, ya que estos si representan las necesidades de protección que requieren los Humedales Urbanos.

- Gestión de humedales en base a la unidad de cuenca y al manejo integrado de recursos hídricos.
- Gobernanza y participación efectiva para la conservación.
- Mantenimiento de la superficie neta de humedales.

- Mantenimiento, restauración y/o mejoramiento del carácter ecológico del humedal. Gestión adaptativa del humedal.
- Consideración de condiciones urbanísticas y edificatorias bajo el concepto de uso racional.
- Utilización de los humedales urbanos como infraestructura para construir resiliencia y bienestar.
- Consideración de sistemas de incentivos para la protección y mejoramiento de humedales.
- Consideración del valor financiero de la pérdida de humedales en la toma de decisiones.
- Planificación integrada de humedales con infraestructura urbana y otros usos.
- Gestión de riesgos asociados a humedales con enfoque precautorio.
- Articulación, eficacia y aplicabilidad normativa.
- Educación y formación integral para la conservación.
- Reconocimiento, protección y revitalización de los valores sociales y culturales asociados a los humedales.

Todos estos criterios definidos anteriormente son la base para la protección de los Humedales Urbanos, por lo tanto, serán tomados en cuenta en base a la zonificación de los usos de suelo, dependiendo de las necesidades que presente cada humedal.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Índices espectrales

A partir de las imágenes Satelitales obtenidas y sus respectivos cálculos de las matemáticas de bandas e índices espectrales, se obtuvieron 352 imágenes espectrales provenientes de los 4 índices de diferencia normalizados trabajados (NDVI, NDMI, MSI y NDWI), los 4 humedales urbanos correspondientes a este trabajo, los 11 años de imágenes satelitales obtenidas diferenciando las estaciones de verano e invierno.

Es posible notar a modo generalizado una diferencia del nivel de detalle de los índices entre ambos satelitales, aquellas imágenes desde el año 1986 al 2014 provenientes de los sistemas Landsat presentan valores más homogéneos, representando pequeñas diferencias en sus valores a un nivel macro escala, por otro lado, las imágenes desde el año 2016 al 2022 obtenidas del satélite Sentinel 2, presentan filtros más finos, indicando diferencias de los índices en sectores más localizados.

6.1.1 Índices espectrales del humedal Mantagua

Índice de diferencia normalizada de vegetación (NDVI): Representados en los anexos 10 y 11, la salud de la vegetación alrededor del humedal de Mantagua varía constantemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años y sus periodos estacionales.

- Entre 1986 y 1995, se presenta valores promedio en los intervalos de $[0,33 - 0,66]$, indicando una vegetación medianamente sana durante los periodos invernales, durante el verano esos valores se ven acotados solamente al área cercana al humedal, el estero proveniente del sector norte y las quebradas que se encuentran al este, mientras que el resto presenta valores cercanos a 0 indicando vegetación muerta o muy enferma.

- En el año 2000 se presentan los valores más bajos del índice, teniendo promedios cercanos a 0 durante invierno y bajo -0,5 durante el verano, indicando la muerte o ausencia de especies vegetales en ese año.
- En los años 2005 y 2010, los valores vuelven a seguir la tendencia a los años anteriores al 2000, presentando valores de vegetación medianamente sana durante el invierno y acotándose hacia las quebradas y esteros durante el verano.
- El año 2014 presenta valores promedio del índice [0 – 0,33] tanto para verano como para invierno, indicando un mal estado de salud de la vegetación o ausencia de ella, incluso en sectores que tienen tendencia a presentar índices de buena salud, como las quebradas o los esteros.
- El año 2016 presenta altos valores de salud vegetacional en gran parte del área cercana a Mantagua, con valores del índice de [0,66 – 1,0], disminuyendo levemente este valor durante el verano. Los años siguientes presentan un descenso de este valor paulatinamente, hasta llegar al 2022, en donde tanto en invierno como verano se promedió entre los [0 – 0,33] indicando un mal estado de la salud vegetacional y ausencia de ella en planicies y quebradas.

Índice de diferencia normalizada de humedad (NDMI): Representados en los anexos 12 y 13, la humedad de la vegetación alrededor del humedal de Mantagua varía levemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años, pero cambia drásticamente durante los periodos de invierno y verano.

- Entre 1986 y 2010, se presentan valores promedio del índice sobre los 0,6 en los meses de invierno, indicando una alta cobertura del dosel, durante el verano esos valores se reducen drásticamente a valores negativos, con un promedio entre [-0,6 - -0,2], indicando una muy baja cobertura del dosel, a excepción del área del humedal, el estero proveniente del norte y las quebradas del área este, en donde se promedian valores cercanos a 0,2, indicando una cobertura media del dosel.
- El año 2014 presenta valores muy bajos del índice, obteniendo promedios cercanos a -0,8 durante el verano, indicando una cobertura del dosel casi

inexistente, a excepción de los esteros y quebradas aledañas que mantienen un valor promedio cercano a 0. Durante el invierno se indican índices del orden entre [-0,6 - -0,2], dando una muy baja cobertura del dosel.

- Del año 2016 en adelante, los índices vuelven a seguir la tendencia a los años anteriores al 2014, presentando valores de una alta cobertura del dosel en invierno y una muy baja cobertura en verano, el año 2018 presenta valores levemente más altos durante invierno. En los años posteriores existe un descenso de los valores de índice hasta los [-0,2 – 0,2] en el 2022, indicando una cobertura media-baja del dosel durante todo el año.

Índice de estrés hídrico (MSI): Representados en los anexos 14 y 15, las condiciones hídricas de los suelos alrededor del humedal de Mantagua varía levemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años, pero cambia drásticamente durante los periodos de invierno y verano.

- En 1986, se presenta valores promedio de 0,75 durante todo el año, indicando condiciones normales de un suelo con vegetación, a excepción del área cercana al humedal, el estero proveniente del sector norte y las quebradas de la zona este, los cuales presentan valores cercanos a los 0,2 indicando la presencia de suelos húmedos en invierno y de 1,5 en verano, indicando condiciones normales de un suelo con vegetación pero presentando un leve estrés hídrico.
- Entre 1991 y 2000, se presentan los mismos valores promedio de 0,75 en invierno que en años anteriores, al igual que la presencia de suelos húmedos en las quebradas y los esteros, pero en verano se promedian varios sectores con valores del índice sobre los 2,2, indicando suelos secos y con alto estrés hídrico, sobre todo en las planicies y las cumbres de los cerros.
- En los años 2005 y 2010, los índices promedian valores cercanos a los 0,4 indicando suelos levemente húmedos y húmedos en quebradas y esteros, mientras que en verano los valores ascienden levemente a 1,5, indicando condiciones normales de un suelo con vegetación.

- El año 2014 presenta valores muy altos del índice, obteniendo promedios sobre los 2,2 en ambas estaciones, indicando suelos secos y con estrés hídrico, mientras que las quebradas y esteros promedian valores de 1,5.
- Del año 2016 en adelante, los valores vuelven a seguir la tendencia a los años anteriores al 2014, presentando valores de suelos levemente húmedos en invierno y condiciones normales en verano, estos valores de los índices aumentan levemente con el paso de los años hasta que en el 2022 promedian tanto en invierno como en verano valores de 1,5.

Índice de diferencia normalizada de agua (NDWI): Representados en los anexos 16 y 17, las condiciones de los cuerpos de agua alrededor del humedal de Mantagua varían sus valores de índices espectrales en base al paso de los años y los cambios estacionales.

- Entre 1986 y 1995, se presentan valores promedio de -0,2 tanto en invierno como en verano, indicando condiciones de suelos casi sin agua, mientras que el área del humedal, el estero proveniente del sector norte y las quebradas de la zona este presentan valores sobre 0,2, indicando superficies de agua en invierno y valores de -0,5 en verano indicando suelos normales.
- El año 2000 presenta promedios cercanos a 0 tanto en invierno como en verano, indicando condiciones de suelos inundables.
- En los años 2005 y 2010, los valores vuelven a seguir la tendencia a los años anteriores al 2000, presentando valores de suelos inundables en los esteros y quebradas y valores de suelos casi sin agua para el resto del área durante todo el año.
- El año 2014 presenta altos valores del índice, promediando $[0 - 0,2]$ durante el invierno, indicando suelos inundables y entre $[-0,3 - 0]$ en verano, indicando suelos casi sin agua.
- Del año 2016 en adelante, se presentan valores de suelos casi sin agua durante todo el año, mientras que las quebradas y esteros muestran suelos inundables en invierno y suelos casi sin agua en verano, estos valores de

los índices aumentan levemente con el paso de los años hasta que en el 2022 se promedian valores de $[0 - 0,2]$ en invierno y de $[-0,3 - 0]$ en verano.

De los resultados de los índices presentados anteriormente se puede observar el comportamiento de la vegetación, el suelo y el cuerpo de agua del humedal, la vegetación no ha variado de manera significativa entre el año 1984 y la actualidad, manteniendo plantas medianamente saludables, por otro lado, los cambios estacionales afectan las planicies, desnudándolas de su cubierta vegetal por presentar hierbas anuales, mientras que las quebradas y el humedal se ven poco afectadas al presentar especies arbóreas duraderas. En el caso de los suelos, estos han demostrado una pérdida leve en su cantidad de agua entre los periodos estudiados, presentando valores de estrés hídrico más altos en todas las áreas con el paso de los años y también una disminución del índice de humedad. Por otro lado, el cambio estacional se demuestra de una manera radical, presentando casi todos los veranos condiciones de alto estrés hídrico y muy baja humedad a excepción de las quebradas, mientras que en invierno estos valores se estabilizan a condiciones normales. Finalmente, el cuerpo de agua ha mantenido su forma con el paso de los tiempos, aumentando su tamaño en la zona de la desembocadura durante el invierno y disminuyendo levemente en verano, en el caso de las quebradas y el estero, estos mantienen condiciones húmedas casi todo el año y forman pequeños espejos de agua durante el invierno. La zona de la albufera del humedal se ha mantenido constante todo el tiempo, sin aumentar o disminuir su tamaño, indicando que este elemento depende más del factor de interacción entre el agua de mar y el agua dulce proveniente del estero.

Tanto las quebradas como el área del humedal han logrado mantener sus características ecológicas con el paso del tiempo y son capaces de adaptarse a los cambios estacionales bruscos, indicándonos la importancia que tienen en este ecosistema las quebradas que se ubican al este del humedal, de ellas proviene gran parte del aporte hídrico por escorrentía que no proviene de los esteros. Por otro lado, las planicies son las principales afectadas a los cambios estacionales,

debido a la ausencia de especies arbóreas y/o nativas, presentado solamente hierbas anuales o algunas perennes, por lo que su vegetación desaparece durante el verano, por lo tanto, las planicies no afectan la calidad del ecosistema humedal en términos biológicos, más si en términos geomorfológicos que permiten la escorrentía superficial y el drenaje de los suelos.

La siguiente figura resume todos los valores obtenidos para el humedal de Mantagua, comparando los 4 índices estudiados y correlacionando el comportamiento en cada año. Se puede observar un cambio bastante importante al momento de separar los años previos al 2010 y aquellos que son posteriores, indicando cómo la falta de precipitaciones que se dio en esa década ha afectado al humedal.

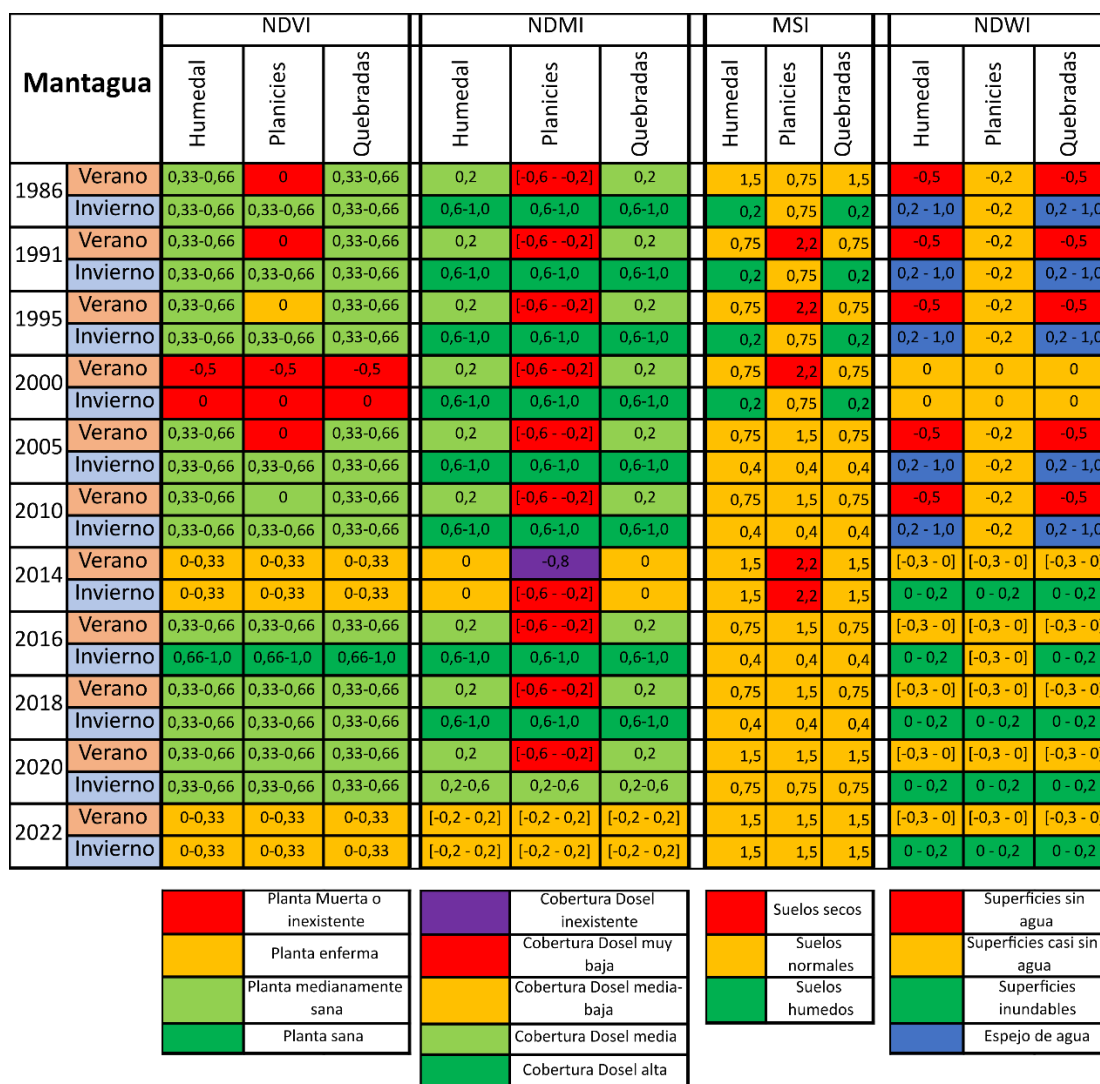


Figura 20; Resultados de los índices espectrales en el humedal Mantagua.

6.1.2 Índices espectrales del humedal Desembocadura del Río Aconcagua

Índice de diferencia normalizada de vegetación (NDVI): Representados en los anexos 18 y 19, la salud de la vegetación alrededor del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua varía levemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años y sus periodos estacionales.

- Entre 1986 y 1995, se presenta valores promedio en los intervalos de $[0,66 - 1,0]$, indicando vegetación muy sana durante los periodos invernales, durante el verano esos valores se ven acotados al estero del río Aconcagua y las quebradas que se encuentran al norte de la rivera.
- El año 2000 presenta los valores más bajos del índice, teniendo promedios cercanos a 0 durante invierno y bajo $-0,5$ durante el verano, indicando ausencia de vegetación en ese año.
- En los años 2005 y 2010, los valores vuelven a seguir la tendencia a los años anteriores al 2000, presentando condiciones de vegetación muy sana durante el invierno y acotándose hacia el estero del río Aconcagua y las quebradas que se encuentran al norte de la rivera durante el verano.
- El año 2014 presenta valores promedio del índice $[0 - 0,33]$ tanto para verano como para invierno, indicando un mal estado de salud de la cubierta vegetal.
- El año 2016 se presentan altos valores del índice en gran parte del área cercana a la rivera norte del río, con valores del índice entre los $[0,8$ y $1,0]$, indicando una buena salud de la vegetación durante el invierno, mientras que en verano los valores se encuentran en el intervalo de $[0 - 0,33]$, con el paso del tiempo estos valores decaen y en el año 2022 se presentan valores de una vegetación enferma durante todo el año.

Índice de diferencia normalizada de humedad (NDMI): Representados en los anexos 20 y 21, la humedad de la vegetación alrededor del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua varía levemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años, pero cambia drásticamente durante los periodos de invierno y verano.

- Entre 1986 y 2000, se presenta valores promedio entre $[-0,2 - 0,2]$ en los meses de invierno, indicando una media-baja cobertura del dosel, durante el verano esos valores se reducen a un promedio de $[-0,6 - -0,2]$, indicando una muy baja cobertura del dosel.
- Entre los años 2005 y 2014, los valores siguen una tendencia entre $[0,2 - 0,6]$, presentando valores de una cobertura media del dosel en invierno y una cobertura media-baja en verano con promedio de $[-0,2 - 0,2]$.
- El año 2016 presenta valores de $[0,6 - 1,0]$, indicando una alta cobertura del dosel en invierno, mientras que en verano decae levemente hasta bajos los 0,6, estos valores decaen a medida que avanza el tiempo y en el año 2022 se presentan valores entre los $[0,2 - 0,6]$, indicando una cobertura media del dosel durante todo el año.

Índice de estrés hídrico (MSI): Representados en los anexos 22 y 23, las condiciones hídricas de los suelos alrededor del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua varía levemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años, pero cambia drásticamente durante los periodos de invierno y verano.

- Entre 1986 y 2000, se presentan valores promedio de 0,75 en invierno, indicando condiciones normales de suelos con vegetación, mientras que otros sectores dentro del área de protección del humedal presentan valores de 0,2 indicando presencia de suelos húmedos, por otro lado, en verano se presentan valores sobre los 2,2 indicando suelos secos y con un grado de estrés hídrico, mientras que el área del humedal promedia índices de 1,5.
- Entre los años 2005 y 2014, los índices promedian valores cercanos a los 0,4 indicando suelos levemente húmedos, mientras que en verano los valores ascienden levemente a 0,75, indicando condiciones normales de un suelo con vegetación.
- Del año 2016 en adelante, se presentan valores de suelos levemente húmedos en invierno y condiciones normales en verano, estos valores de

los índices aumentan con el paso de los años hasta que en el 2022 promedian tanto en invierno como en verano valores cercanos a 1,0.

Índice de diferencia normalizada de agua (NDWI): Representados en los anexos 24 y 25, las condiciones de los cuerpos de agua alrededor del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua varía sus valores de índices espectrales en base al paso de los años y los cambios estacionales.

- Entre 1986 y 1995, se presentan valores promedio de $[-0,3 - 0]$ tanto en invierno como en verano, indicando condiciones de suelos casi sin agua, mientras que el área del humedal presenta valores sobre 0,2 tanto en invierno como en verano y las quebradas de la zona norte de la ribera del río presentan valores sobre 0,2, indicando superficies de agua en invierno y valores de $[-1,0 - -0,3]$ en verano indicando suelos normales.
- El año 2000 presenta promedios entre $[0 - 0,2]$ tanto en invierno como en verano, indicando condiciones de suelos inundables.
- En los años 2005 y 2010, los índices vuelven a seguir la tendencia a los años anteriores al 2000, presentando valores de suelos inundables en el área del humedal y las quebradas de la ribera norte del río y valores de suelos con poca agua para el resto del área durante todo el año.
- El año 2014 presenta altos valores del índice, promediando en invierno valores sobre los 0,2 en los sectores del humedal y las quebradas de la ribera norte del río, mientras que el resto del área presenta valores promedio de $[-0,3 - 0]$. Por otro lado, durante el verano se promedian valores de $[0 - 0,2]$ indicando suelos inundables.
- Del año 2016 en adelante, se presentan valores de suelos con poca agua durante todo el año, mientras que las quebradas y esteros muestran suelos inundables en invierno y suelos con poca agua en verano, estos valores de los índices aumentan levemente con el paso de los años hasta que en el 2022 se promedian valores de 0 en invierno y de -0,2 en verano.

De los resultados de los índices presentados anteriormente y resumidos en la figura 21, se puede observar el comportamiento de la vegetación, el suelo y el

cuerpo de agua del humedal. La vegetación mantuvo una buena salud en general hasta el año 2010, a excepción del año 2000 que presenta una vegetación enferma o casi inexistente. A partir del 2010, esta tiende a presentar vegetación enferma durante los veranos y medianamente saludable durante los inviernos, por otro lado, los cambios estacionales afectan las planicies, desnudándolas de su cubierta vegetal por presentar hierbas perennes o anuales, mientras que las quebradas y el humedal se ven poco afectadas. Los suelos han perdido levemente su cantidad de agua entre los periodos estudiados, presentando valores de estrés hídrico cada año más altos en todas las áreas y disminuyendo los índices de humedad. Por otro lado, el cambio estacional era mucho más notorio antes del 2014, presentando menores diferencias entre invierno y verano en la actualidad. El cuerpo de agua ha mantenido su forma con el paso de los tiempos, aumentando su tamaño en la zona de la desembocadura durante el verano, probablemente debido a ser un río que se alimenta desde los glaciares de la alta cordillera y al enorme tamaño que presenta su cuenca.

Tanto las quebradas como el área del humedal han logrado mantener sus características ecológicas con el paso del tiempo y son capaces de adaptarse a los cambios estacionales bruscos, indicándonos la importancia que tienen en este ecosistema las quebradas que se ubican al norte de la rivera del humedal, de ellas proviene gran parte del aporte hídrico por escorrentía que no proviene de la alta cordillera, y aunque la cantidad que aporta no influye el espejo de agua por la magnitud que presenta este, si es refugio para especies nativas arbóreas características del bosque esclerófilo. En el caso de las planicies del área norte, en este humedal no juegan un rol importante, ya que el espejo de agua que se forma allí proviene de la interacción entre el agua dulce proveniente de la cordillera con el agua salada del mar.

La siguiente figura resume todos los valores obtenidos para este humedal, comparando los 4 índices estudiados y correlacionando el comportamiento en cada año. Al igual que el humedal de Mantagua, se puede observar un cambio a

partir del año 2010, pero este es mucho más leve, afectando principalmente la salud de la vegetación y las condiciones de humedad.

Aconcagua		NDVI			NDMI			MSI			NDWI		
		Humedal	Planicies	Quebradas	Humedal	Planicies	Quebradas	Humedal	Planicies	Quebradas	Humedal	Planicies	Quebradas
1986	Verano	0,66-1,0	0-0,33	0,66-1,0	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	1,5	2,2	2,2	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	[-1 - -0,3]
	Invierno	0,66-1,0	0,66-1,0	0,66-1,0	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	0 - 0,2	0,75	0,75	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	0,2 - 1,0
1991	Verano	0,66-1,0	0-0,33	0,66-1,0	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	1,5	2,2	2,2	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	[-1 - -0,3]
	Invierno	0,66-1,0	0,66-1,0	0,66-1,0	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	0 - 0,2	0,75	0,75	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	0,2 - 1,0
1995	Verano	0,66-1,0	0-0,33	0,66-1,0	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	1,5	2,2	2,2	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	[-1 - -0,3]
	Invierno	0,66-1,0	0,66-1,0	0,66-1,0	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	0 - 0,2	0,75	0,75	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	0,2 - 1,0
2000	Verano	-0,5	-0,5	-0,5	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	1,5	2,2	2,2	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
	Invierno	0	0	0	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	0 - 0,2	0,75	0,75	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
2005	Verano	0,66-1,0	0-0,33	0,66-1,0	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	0,75	0,75	0,75	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	[-1 - -0,3]
	Invierno	0,66-1,0	0,66-1,0	0,66-1,0	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0,4	0,4	0,4	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	0,2 - 1,0
2010	Verano	0,66-1,0	0-0,33	0,66-1,0	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	0,75	0,75	0,75	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	[-1 - -0,3]
	Invierno	0,66-1,0	0,66-1,0	0,66-1,0	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0,4	0,4	0,4	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	0,2 - 1,0
2014	Verano	0-0,33	0-0,33	0-0,33	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	0,75	0,75	0,75	0,2 - 1,0	0 - 0,2	0,2 - 1,0
	Invierno	0-0,33	0-0,33	0-0,33	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0,4	0,4	0,4	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	0,2 - 1,0
2016	Verano	0-0,33	0-0,33	0-0,33	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0 - 0,2	0,75	0,75	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0,66-1,0	0,66-1,0	0,66-1,0	0,6-1,0	0,6-1,0	0,6-1,0	0 - 0,2	0,4	0,4	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	0,2 - 1,0
2018	Verano	0-0,33	0-0,33	0-0,33	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0 - 0,2	0,75	0,75	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0,33-0,66	0,33-0,66	0,33-0,66	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0 - 0,2	0,4	0,4	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	0,2 - 1,0
2020	Verano	0-0,33	0-0,33	0-0,33	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0,4	0,75	0,75	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0,33-0,66	0,33-0,66	0,33-0,66	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0 - 0,2	0,4	0,4	0,2 - 1,0	[-0,3 - 0]	0,2 - 1,0
2022	Verano	0-0,33	0-0,33	0-0,33	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0,4	1	1	-0,2	-0,2	-0,2
	Invierno	0-0,33	0-0,33	0-0,33	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0 - 0,2	1	1	0	0	0

	Planta Muerta o inexistente		Cobertura Dosel inexistente		Suelos secos		Superficies sin agua
	Planta enferma		Cobertura Dosel muy baja		Suelos normales		Superficies casi sin agua
	Planta medianamente sana		Cobertura Dosel media-baja		Suelos húmedos		Superficies inundables
	Planta sana		Cobertura Dosel media				Espejo de agua
			Cobertura Dosel alta				

Figura 21; Resultados de los índices espectrales en el humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua.

6.1.3 Índices espectrales del humedal Los Juanes

Índice de diferencia normalizada de vegetación (NDVI): Representados en los anexos 26 y 27, la salud de la vegetación alrededor del humedal urbano Los Juanes varía levemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años, aunque si varía notoriamente entre sus meses de invierno y verano.

- Entre 1986 y 1995, se presenta valores promedio en los intervalos de [0,33 – 0,66], indicando vegetación medianamente sana durante los periodos invernales, durante el verano los intervalos de [0,33 – 0,66] se ven acotados hacia el interior del humedal y el resto presenta valores cercanos a 0, indicando vegetación muerta o ausencia de ella.
- El año 2000 presenta valores muy bajos del índice, teniendo promedios cercanos a 0 durante invierno y bajo -0,5 durante el verano, afectando incluso los sectores dentro del área de protección del humedal.
- En los años 2005 y 2010, los valores vuelven a seguir las tendencias anteriores al 2000, presentando valores de vegetación medianamente sana durante el invierno y valores cercanos a 0 durante el verano.
- El año 2014 presenta valores promedio del índice [0 – 0,33] tanto para verano como para invierno, indicando un mal estado de la salud vegetal y/o ausencia de ella.
- El año 2016 presenta valores del índice entre los [0,66 - 1,0] en las planicies, indicando una muy buena salud de la cubierta vegetal y el área al interior del humedal presenta valores entre los [0,33 - 0,66], en verano los índices aumentan a [0,66 - 1,0] en el humedal y disminuye cercano a 0 en el resto del área, con el paso de los años, este valor decae levemente hasta llegar al 2022 en donde tanto en invierno como verano se promedió entre los [0 – 0,33] indicando un mal estado de la cubierta vegetal y ausencia de ella en las planicies aledañas.

Índice de diferencia normalizada de humedad (NDMI): Representados en los anexos 28 y 29, la humedad de la vegetación alrededor del humedal urbano Los Juanes varía levemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años, pero cambia drásticamente durante los periodos de invierno y verano, durante todos los años del muestreo, los meses de verano indican valores promedio de [-1,0 – -0,6], indicando una muy baja cobertura del dosel.

- Entre 1986 y 1995, se presenta valores promedio entre [0,2 – 0,6] en invierno, indicando una cobertura media del dosel, presentando un menor

valor del índice en el área dentro del humedal con valores entre los $[-0,6 - -0,2]$, indicando una muy baja cobertura del dosel.

- El año 2000 presenta valores muy bajos del índice, teniendo promedios cercanos a $-0,5$ durante invierno, indicando una muy baja cobertura del dosel.
- En los años 2005 y 2010, los valores vuelven a seguir la tendencia a los años anteriores al 2000, presentando valores medios de cobertura del dosel fuera del límite del humedal y muy bajos para la zona interior de este.
- El año 2014 presenta valores muy bajos del índice, obteniendo promedios cercanos a $-0,8$, indicando una cobertura casi inexistente del dosel.
- Del año 2016 en adelante, los valores siguen una tendencia de $[0,2 - 0,6]$, indicando una alta cobertura del dosel, pero la zona interior del humedal sigue presenta valores promedio de $-0,5$, aumentando aún más la diferencia de humedad que existía en las décadas pasadas, a medida que pasan los años, los valores del índice disminuyen levemente hasta el 2022 en donde se promedia $[-0,2 - 0,2]$ indicando una cobertura media-baja del dosel.

Índice de estrés hídrico (MSI): Representados en los anexos 30 y 31, las condiciones hídricas de los suelos alrededor del humedal urbano Los Juanes varía levemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años, pero cambia drásticamente durante los periodos de invierno y verano.

- Entre 1986 y 1995, se presentan valores promedio de $0,75$ en invierno, indicando condiciones normales de suelos con vegetación, por otro lado, en verano se presentan valores sobre los $2,8$ indicando suelos secos y con un grado de estrés hídrico muy alto, a excepción del área del humedal que presenta valores promedio de $1,0$.
- El año 2000 un alto índice durante el invierno, con valores de $2,25$ aproximadamente, indicando suelos secos con un grado de estrés hídrico, esta situación empeora aún más durante el verano, en donde se alcanzan valores de hasta 3 , indicando suelos secos y un muy alto estrés hídrico, el área dentro del humedal se presenta un índice de 1 en ambas estaciones.

- En los años 2005 y 2010, los índices promedian en invierno valores cercanos a los 0,5 indicando suelos levemente húmedos, a excepción del área del humedal que promedia 1,5 indicando condiciones normales de un suelo con vegetación, durante el verano el humedal disminuye a 0,75 y el resto del área asciende a 1,5.
- El año 2014 presenta altos valores del índice, promediando valores sobre los 2,25 durante el invierno y sobre los 2,8 en verano, alcanzando altos valores de estrés hídrico e indicando en ambos casos la presencia de suelos secos.
- Del año 2016 en adelante, se presentan valores de suelos levemente húmedos en invierno y suelos secos con un grado de estrés hídrico en verano, estos valores de los índices aumentan levemente con el paso de los años hasta que en el 2022 se promedian valores de 1,0 en invierno y de 2,25 en verano.

Índice de diferencia normalizada de agua (NDWI): Representados en los anexos 32 y 33, las condiciones de los cuerpos de agua alrededor del humedal urbano Los Juanes varía sus valores de índices espectrales en base al paso de los años y los cambios estacionales.

- Entre 1986 y 1995, se presentan valores promedio de $[-0,3 - 0]$ tanto en invierno como en verano, indicando condiciones de suelos casi sin agua, mientras que el área del humedal presenta en invierno valores sobre 0,2, indicando superficies de agua.
- El año 2000 presenta promedios entre $[0 - 0,2]$ tanto en invierno como en verano, indicando condiciones de suelos inundables.
- En los años 2005 y 2010, los índices vuelven a seguir la tendencia a los años anteriores al 2000, presentando valores de suelos inundables en el área del humedal y valores de suelos con poca agua para el resto del área.
- El año 2014 presenta altos índices, promediando en invierno valores sobre los 0,2 en los sectores del humedal, mientras que el resto del área presenta

valores promedio de $[0 - 0,2]$. Por otro lado, durante el verano se promedian valores de $[-0,3 - 0]$ indicando suelos inundables en toda el área.

- Del año 2016 en adelante, se presentan valores de suelos con poca agua durante todo el año, mientras que el área del humedal muestra suelos inundables durante el invierno y suelos con poca agua en verano, estos valores de los índices se mantienen de manera similar hasta el año 2022.

De los resultados de los índices presentados anteriormente se puede observar el comportamiento de la vegetación, el suelo y el anterior cuerpo de agua que se encontraba en el humedal. La vegetación ha variado bastante con el paso del tiempo, teniendo un auge de buena salud en el año 2016, el cual disminuye a condiciones de vegetación enferma en la actualidad, los cambios estacionales muestran cambios críticos en las planicies, teniendo condiciones de inexistencia de cubierta vegetal todos los veranos, afectando incluso el área dentro del humedal, del mismo modo ocurre con los suelos, presentando condiciones de estrés hídrico muy alto durante todos los veranos estudiados. El área dentro del humedal presenta condiciones crítica de sus suelos, pasando a presentar altos valores de estrés hídrico incluso durante el invierno. El cuerpo de agua ha cambiado de manera radical con el paso del tiempo, el año 1991 indica casi una totalidad de un cuerpo de agua durante el invierno, el cual disminuye de tamaño en el verano, a partir del 2014 el espejo de agua comienza a ser cíclico, desapareciendo en los meses de verano y volviendo a formarse luego de las primeras lluvias de invierno. A partir del 2018 el registro del cuerpo de agua desaparece totalmente, formando condiciones de suelos húmedos pero no siendo capaz de anegar la zona. A medida que el cuerpo de agua desaparece, es posible reconocer un avance en los suelos secos, el cual se podría vincular con la invasión de zarzamora que sufre el humedal.

Ya que este humedal no es alimentado por un estero y no está conectado con el mar, su aporte hídrico depende completamente de las lluvias y los flujos subterráneos, por lo que las planicies cumplen un rol importante en su geomorfología, puesto que ella permitirá la escorrentía y el flujo subterráneo de las

aguas hacia el humedal. La siguiente figura resume todos los valores obtenidos para este humedal, comparando los 4 índices estudiados y correlacionando el comportamiento en cada año. Se puede observar, al igual que los otros humedales, un cambio a partir del año 2010, aumentando en la última década los índices de estrés hídrico y disminuyendo los cuerpos de agua, de manera contradictoria, antes del 2010, la salud vegetal del humedal era clasificada como “medianamente sana” pero posterior al 2010 tiende a presentar valores de buen estado de salud a excepción del 2022.

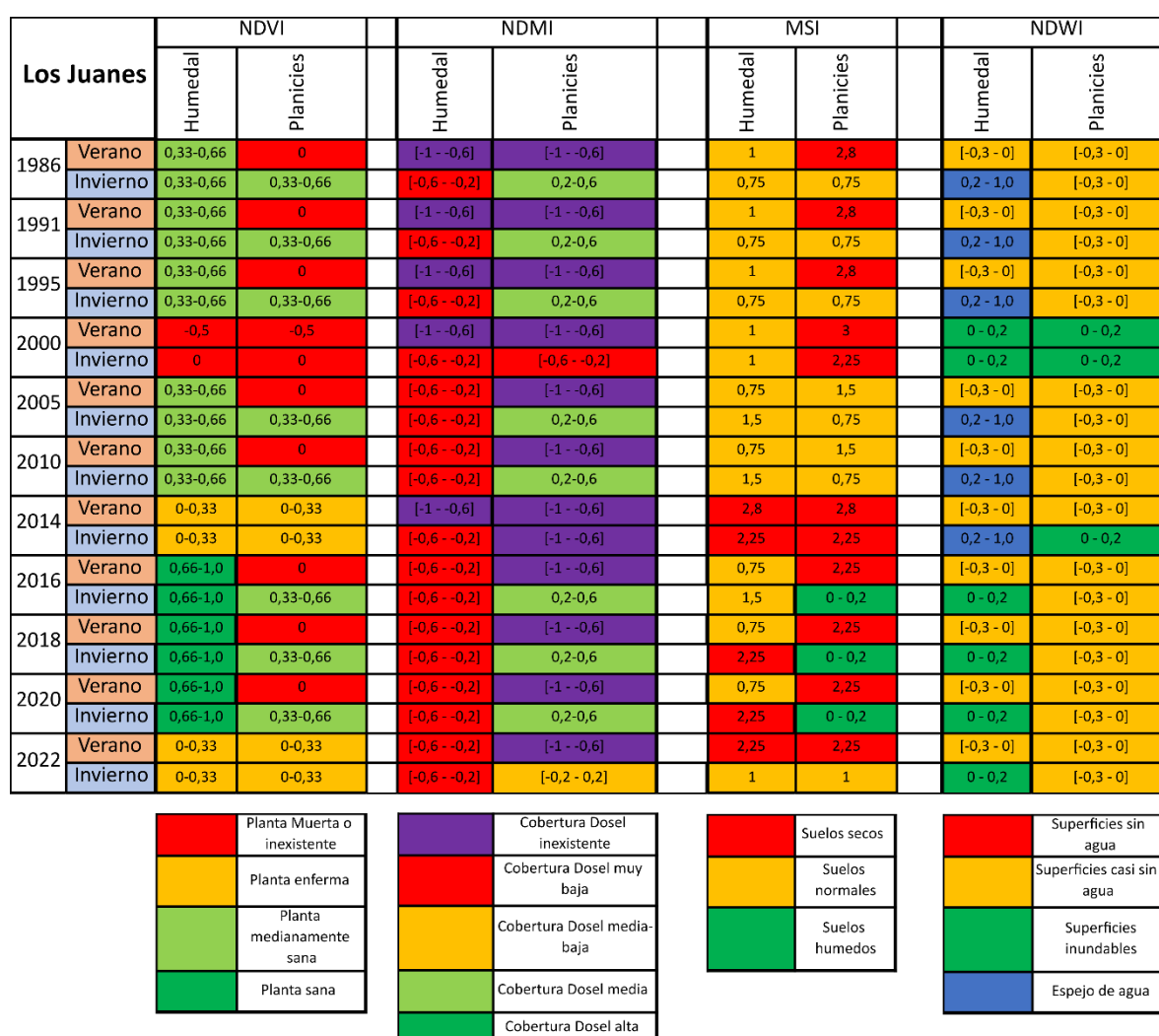


Figura 22; Resultados de los índices espectrales en el humedal urbano Los Juanes.

6.1.4 Índices espectrales del humedal Esteros Mala Cara y Mantagua.

Índice de diferencia normalizada de vegetación (NDVI): Representados en los anexos 34 y 35, la salud de la vegetación alrededor de los esteros Mala Cara y Mantagua varía constantemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años y sus periodos estacionales.

- Entre 1986 y 1995, se presenta valores promedio en los intervalos de [0,33 – 0,66], indicando vegetación medianamente sana durante los periodos invernales, durante el verano esos valores se ven acotados hacia el curso de los esteros y el resto del área presenta valores cercanos a 0, indicando vegetación muerta o ausencia de ella.
- El año 2000 presenta valores muy bajos del índice, teniendo promedios cercanos a 0 durante invierno y bajo -0,5 durante el verano, indicando ausencia de vegetación.
- En los años 2005 y 2010, los valores vuelven a seguir la tendencia a los años anteriores al 2000, presentando valores de vegetación medianamente sana durante el invierno y valores cercanos a 0 durante el verano.
- El año 2014 presenta valores promedio del índice [0 – 0,33] tanto para verano como para invierno, indicando una mala salud de la vegetación y/o ausencia de ella.
- Entre los años 2016 y 2020, se presentan altos valores de vegetación con índices entre los [0,66 - 1,0], indicando una muy buena salud de la cubierta vegetal, disminuyendo en invierno con valores entre los [0,33 - 0,66].
- En el año 2022, tanto en invierno como verano se promedió entre los [0 – 0,33] indicando una mala salud de la vegetación y/o ausencia de ella.

Índice de diferencia normalizada de humedad (NDMI): Representados en los anexos 36 y 37, la humedad de la vegetación alrededor de los esteros Mala Cara y Mantagua varía levemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años, pero cambia drásticamente durante los periodos de invierno y verano, durante todos los años del muestreo, los meses de verano indican valores promedio de [-0,6 - -0,2], indicando una muy baja cobertura del dosel.

- Entre 1986 y 2000, se presenta valores promedio entre [-0,2 – 0,2] en invierno, indicando una media-baja cobertura del dosel, siendo levemente mayor en las zonas cercanas a los cursos de los esteros.
- En los años 2005 y 2010, los valores muestran un alza, presentando índices de los [0,2 - 0,6], indicando una cobertura media del dosel para toda el área.
- El año 2014 presenta valores muy bajos del índice, obteniendo promedios cercanos a -0,8, indicando una cobertura casi inexistente del dosel.
- Del año 2016 en adelante, los valores siguen una tendencia de [0,2 – 0,6], indicando una cobertura media del dosel, a medida que pasan los años, los valores del índice disminuyen levemente hasta el 2022, en donde se promedia de [-0,2 – 0,2], indicando una cobertura media-baja del dosel.

Índice de estrés hídrico (MSI): Representados en los anexos 38 y 39, las condiciones hídricas de los suelos alrededor del humedal Los Juanes varían levemente sus valores de índices espectrales en base al paso de los años, pero cambia drásticamente durante los periodos de invierno y verano.

- Entre 1986 y 2000, se presentan valores promedio de 1,5 en invierno, indicando condiciones normales de suelos con vegetación, por otro lado, en verano se presentan valores sobre los 2,8 indicando suelos secos y con un grado de estrés hídrico muy alto, a excepción del área cercana a los esteros que presentan valores promedio de 1,0.
- En los años 2005 y 2010, los índices promedian valores cercanos a los 0,4 indicando suelos levemente húmedos, mientras que en verano los valores ascienden a 0,75, indicando condiciones normales de un suelo con vegetación.
- El año 2014 promedia valores del índice cercano a 0,75 durante el invierno y cambia drásticamente en verano con valores de casi 3,0, indicando suelos secos con un muy alto grado de estrés hídrico, a excepción del área cercana a las quebradas y los esteros que presentan valores de 0,75.

- Del año 2016 en adelante, se presentan valores de suelos levemente húmedos en invierno y suelos secos con un grado de estrés hídrico en verano, estos valores de los índices aumentan levemente con el paso de los años hasta que en el 2022 se promedian valores de 1,0 en invierno y de 2,25 en verano.

Índice de diferencia normalizada de agua (NDWI): Representados en los anexos 40 y 41, las condiciones de los cuerpos de agua alrededor de los esteros Mala Cara y Mantagua varían sus valores de índices espectrales en base al paso de los años y los cambios estacionales.

- Entre 1986 y 1995, se presentan valores promedio de $[-0,3 - 0]$ tanto en invierno como en verano, indicando condiciones de suelos casi sin agua, en las laderas de umbría se presentan valores anómalos sobre 0,2 indicando la presencia de cuerpos de agua que no existen, por lo tanto, son descartados.
- El año 2000 presenta promedios entre $[0 - 0,2]$ tanto en invierno como en verano, indicando condiciones de suelos inundables.
- En los años 2005 y 2010, los índices vuelven a seguir la tendencia a los años anteriores al 2000, presentando valores de suelos casi sin agua tanto en invierno como en verano.
- El año 2014 se presentan altos índices, promediando valores de $[0 - 0,2]$ durante todo el año en toda el área.
- Entre los años 2016 y 2020, se presentan valores de suelos con poca agua durante el verano, mientras que durante el invierno los suelos presentan una disminución del índice, alcanzando valores menores a -0,5, indicando suelos completamente sin agua.
- El año 2022 presenta promedios del índice de $[0 - 0,2]$ durante el invierno, indicando suelos inundables en toda el área, mientras que el verano presenta valores de $[-0,3 - 0]$, indicando la presencia de suelos con poca agua.

De los resultados de los índices presentados anteriormente y resumidos en la figura 19, se puede observar el comportamiento de la vegetación, el suelo y el régimen hídrico de los esteros. La vegetación no ha variado de manera significativa entre el año 1984 y la actualidad, manteniendo plantas medianamente saludables en los últimos años, a excepción del 2022 que presenta condiciones de plantas enfermas, por otro lado, los cambios estacionales afectan las planicies, desnudándolas de su cubierta vegetal por presentar hierbas anuales, mientras que las quebradas y las zonas cercanas a los esteros no se ven afectadas en gran medida. Los suelos igualmente han mantenido sus características, disminuyendo levemente en los últimos 4 años, por otro lado, el cambio estacional es radical, presentando casi todos los veranos condiciones de alto estrés hídrico a excepción de las quebradas. El cuerpo de agua correspondiente a los esteros no es capaz de ser visto debido al tamaño del humedal, pero igualmente se reconocen eventos que anegaron las llanuras de inundaciones que se encuentran alrededor de los esteros, a partir del año 2016 existe una inversión en las cualidades de los suelos anegables, presentando suelos secos en invierno y suelos normales en verano.

Tanto las quebradas como el área del humedal han logrado mantener sus características ecológicas con el paso del tiempo y son capaces de adaptarse a los cambios estacionales bruscos, indicándonos la importancia que tienen en este ecosistema todas las quebradas que componen esta microcuenca, de ellas proviene todo el aporte hídrico que alimenta tanto a este humedal como al de Mantagua, además de ser el hogar de los bosques nativos que aún quedan en la comuna de Quintero. En el caso de las planicies, en este humedal juegan un rol morfológico, ya que estas deben permitir la escorrentía hacia los esteros y las quebradas. Como este sistema no proviene de la alta cordillera, sino que proviene desde microcuencas locales, la subsistencia de este depende completamente de las condiciones meteorológicas a nivel local, del mismo modo que ocurre con los Juanes, además de que este humedal alimenta a Mantagua y están conectados, por lo que incluso pueden ser tratados como uno solo.

La siguiente figura resume todos los valores obtenidos para este humedal, comparando los 4 índices estudiados y correlacionando el comportamiento en cada año. Se puede observar al igual que los humedales, un cambio a partir del año 2010, aumentando en la última década los índices de estrés hídrico, disminuyendo los cuerpos de agua y los índices de humedad, por otro lado, los índices de salud vegetal posterior al 2010 son mayores a los obtenidos previo al 2010.

Esteros Mala Cara - Mantagua		NDVI			NDMI			MSI			NDWI		
		Humedal	Planicies	Quebradas	Humedal	Planicies	Quebradas	Humedal	Planicies	Quebradas	Humedal	Planicies	Quebradas
1986	Verano	0,33-0,66	0	0,33-0,66	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	1	2,8	1	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0,33-0,66	0,33-0,66	0,33-0,66	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	1,5	1,5	1,5	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
1991	Verano	0,33-0,66	0	0,33-0,66	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	1	2,8	1	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0,33-0,66	0,33-0,66	0,33-0,66	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	1,5	1,5	1,5	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
1995	Verano	0,33-0,66	0	0,33-0,66	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	1	2,8	1	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0,33-0,66	0,33-0,66	0,33-0,66	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	1,5	1,5	1,5	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
2000	Verano	-0,5	-0,5	-0,5	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	1	2,8	1	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
	Invierno	0	0	0	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	1,5	1,5	1,5	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
2005	Verano	0,33-0,66	0	0,33-0,66	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	0,75	0,75	0,75	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0,33-0,66	0,33-0,66	0,33-0,66	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0,4	0,4	0,4	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
2010	Verano	0,33-0,66	0	0,33-0,66	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	0,75	0,75	0,75	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0,33-0,66	0,33-0,66	0,33-0,66	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0,4	0,4	0,4	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
2014	Verano	0-0,33	0-0,33	0-0,33	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	0,75	3	0,75	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
	Invierno	0-0,33	0-0,33	0-0,33	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	0,75	0,75	0,75	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
2016	Verano	0,33-0,66	0,33-0,66	0,33-0,66	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	1	1	1	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0,66-1,0	0,66-1,0	0,66-1,0	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0,4	0,4	0,4	[-1 - -0,3]	[-1 - -0,3]	[-1 - -0,3]
2018	Verano	0,33-0,66	0,33-0,66	0,33-0,66	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	1	1	1	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0,66-1,0	0,66-1,0	0,66-1,0	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0,4	0,4	0,4	[-1 - -0,3]	[-1 - -0,3]	[-1 - -0,3]
2020	Verano	0,33-0,66	0,33-0,66	0,33-0,66	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	2,25	2,25	2,25	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0,66-1,0	0,66-1,0	0,66-1,0	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	1	1	1	[-1 - -0,3]	[-1 - -0,3]	[-1 - -0,3]
2022	Verano	0-0,33	0-0,33	0-0,33	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	[-0,6 - -0,2]	2,25	2,25	2,25	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]	[-0,3 - 0]
	Invierno	0-0,33	0-0,33	0-0,33	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	[-0,2 - 0,2]	1	1	1	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2

	Planta Muerta o inexistente		Cobertura Dosel inexistente		Suelos secos		Suelos secos
	Planta enferma		Cobertura Dosel muy baja		Suelos normales		Suelos normales
	Planta medianamente sana		Cobertura Dosel media-baja		Suelos húmedos		Suelos húmedos
	Planta sana		Cobertura Dosel media				Espejo de agua
			Cobertura Dosel alta				

Figura 23; Resultados de los índices espectrales en el humedal Esteros Mala Cara y Mantagua.

6.2 Delimitación del área de influencia

A partir de los insumos obtenidos por parte de la Municipalidad de Quintero, como el levantamiento cartográfico que se realizó el año 2020, sumado a los informes de línea base de cada humedal, se logró analizar las características morfológicas de cada uno de los 4 humedales a estudiar más sus zonas aledañas, permitiendo definir las redes hidrográficas de cada uno y sus perfiles de escorrentía. Las imágenes de alta resolución ráster permitieron la identificación de sectores urbanos y áreas con cierto grado de alteración antrópica, todo esto fue contrastado con los trabajos en terreno, en donde se reconocieron las agrupaciones de inmuebles que se localizan cercano a los humedales y también sus respectivos límites declarados o por declarar bajo la protección de humedal urbano. De lo anterior se define que los principales componentes tomados en cuenta para la delimitación del área de influencia corresponderían a la topografía del sector, la cual define el comportamiento del régimen hídrico superficial y el componente antrópico, el cual altera en gran medida los rasgos hidrográficos, geomorfológicos y biológicos. En total se definieron las áreas de influencia de cada humedal, dando un total aproximado de 7.828 hectáreas de la comuna, algunas superponiéndose con otras, siendo cada una de ellas, áreas en las cuales si ocurre algún cambio, afectarían el equilibrio de los humedales.

6.2.1 Área de influencia del humedal Mantagua

La zona aledaña al humedal de Mantagua se caracteriza por encontrarse en la unión o interacción de varios ambientes distintos, como lo es la desembocadura de un estero que se encuentra inmerso en un cuerpo dunar. La interacción constante entre el agua dulce proveniente de los altos topográficos y el agua salada proveniente del mar produce una constante erosión y depositación de estructuras sedimentarias como lo son en el sector de la albufera o su barra de arena (Véase figura 24). Los límites definidos en base a la topografía responden a las terrazas marinas presentes en el sector más los campos dunarios que envuelven al humedal. Por el sector noroeste se encuentra una depresión interdunar en donde se forma la albufera, extendiendo levemente el tamaño del

área en ese sector, mientras que el sector noreste corresponde a la rívera del estero Mantagua. El principal componente morfológico de este humedal corresponde a los niveles de terraza marina que se encuentran al este del humedal, presentando alturas sobre los 100 metros en su explanada, de estos altos topográficos se forman 4 quebradas naturales por los procesos de escorrentía de lluvias, siendo los principales lugares en que se representan en la red hidrográfica y en donde se concentra una mayor cantidad de vegetación, tal como se vio en el capítulo anterior al analizar la zona con los índices espectrales.



Figura 24; Barra de arena estacional que separa al humedal con el océano.

Sobre las alteraciones antrópicas, en su mayoría corresponde a la expansión poblacional que ha tenido Quintero en las últimas décadas gracias a la generación de zonas de extensión urbana en terrenos categorizados anteriormente como rural, en la zona este del humedal se reconoce la localidad de Santa Adela que se ubica a un costado de la ruta F30-E, mientras que hacia la parte alta de la ladera se ubican varias parcelaciones y centros recreacionales como lo son “Condominio Mantagua”, “Mirador de Mantagua” y “La Quebrada”, ubicándose cada una de ellas en las planicies que se forman entre las 4 quebradas naturales mencionadas anteriormente. Al sur del humedal, sobre las dunas, se ubica otro asentamiento humano denominado “Amereida”, formado por arquitectos y filósofos de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Católica de Valparaíso. A lo largo de la zona interdunar que se forma entre la albufera y la línea de playa de Ritoque se encuentran 3 viviendas irregulares que se construyeron directamente sobre los

sedimentos del campo dunar, la siguiente imagen refleja las condiciones de la vivienda, en donde se observa una ligera materialidad e incluso el ingreso de vehículos a un sector en el cual está totalmente restringido.



Figura 25; Viviendas irregulares a un costado del humedal Mantagua.

El humedal Mantagua además es atravesado por una línea férrea perteneciente a la Empresa de Ferrocarriles del Estado, en su ramal Quintero – San Pedro, línea que aún se mantiene en funcionamiento como transporte de carga. La línea férrea atraviesa completamente este humedal por un paso superior, tal como se observa en la siguiente imagen, pasando a metros de la albufera.



Figura 26; Línea del tren que atraviesa el humedal Mantagua.

Finalmente, se definió un área de influencia de aproximadamente 602 hectáreas (Véase figura 27), la cual incluye los principales asentamientos urbanos descritos en la zona, sean estos regulares o irregulares, las 4 quebradas naturales que se encuentran en la ladera este y una gran parte del estero Mantagua por el norte, en donde se superpone con los esteros Mantagua y Mala Cara.

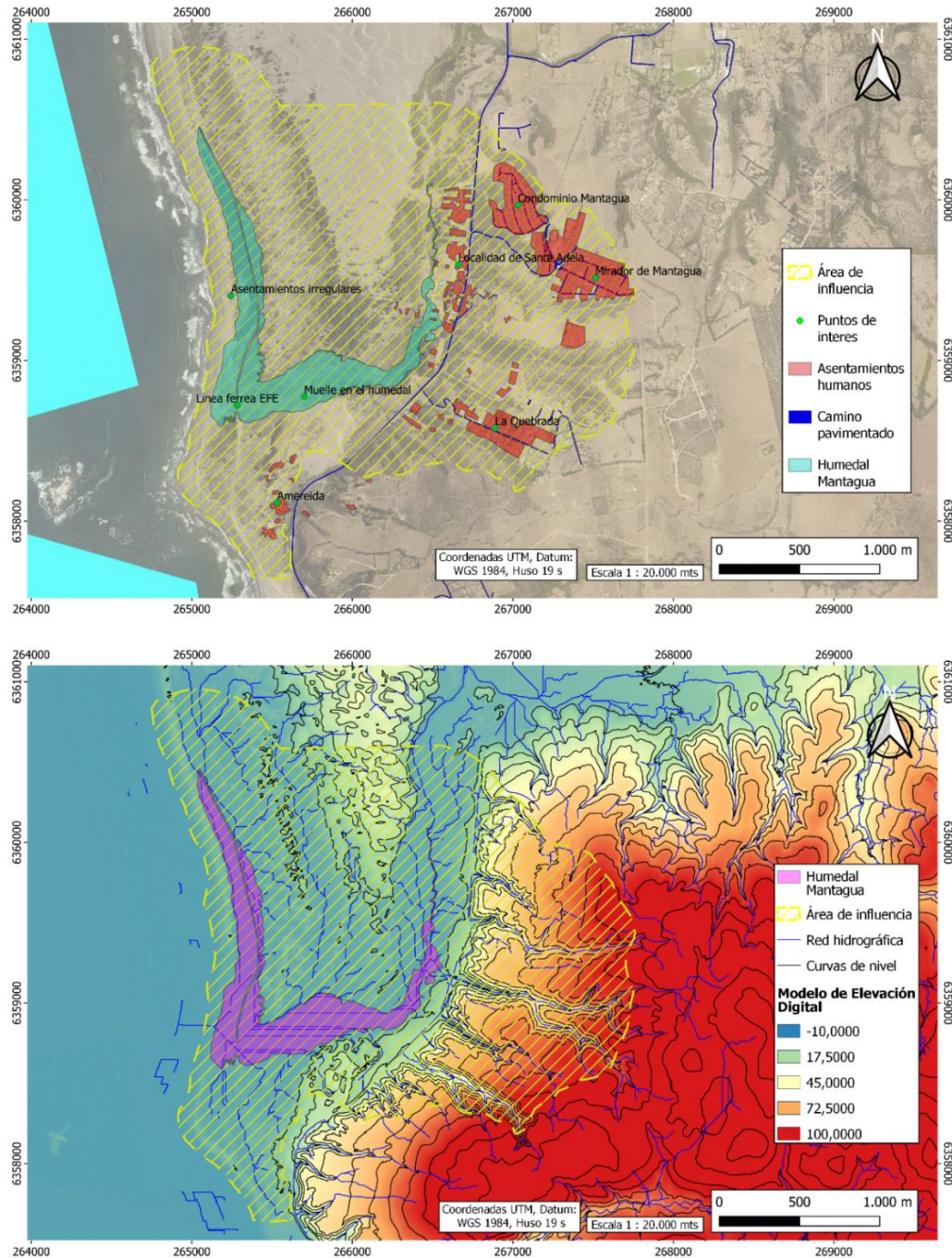


Figura 27; Área de influencia del humedal Mantagua, alteraciones antrópicas y características morfológicas e hidrológicas.

6.2.2 Área de influencia del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua

La zona en la que se encuentra el humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua corresponde al extremo sur de la comuna de Quintero, en su límite con la comuna de Concón, lo que le da a este humedal la característica de ser bicomunal, y, por lo tanto, su administración pública depende de ambas comunas. Como lo dice su nombre, este humedal se forma en la desembocadura del río Aconcagua, en donde la constante dinámica de mezcla entre el agua salada y dulce depositan y erosionan diversas morfologías como la barra de arena que la separa con el mar o algunos pequeños bancos de arena que se encuentran dentro de este. Esta misma acumulación de sedimentos formo con el tiempo un gran banco de sedimentos en la parte media del cauce del río, formando un terreno elevado conocido coloquialmente como “La Isla de Concón”, debido a este mismo gran banco de sedimentos es que el cuerpo de agua del humedal se ramifica en un brazo que se extiende por la zona norte del humedal.

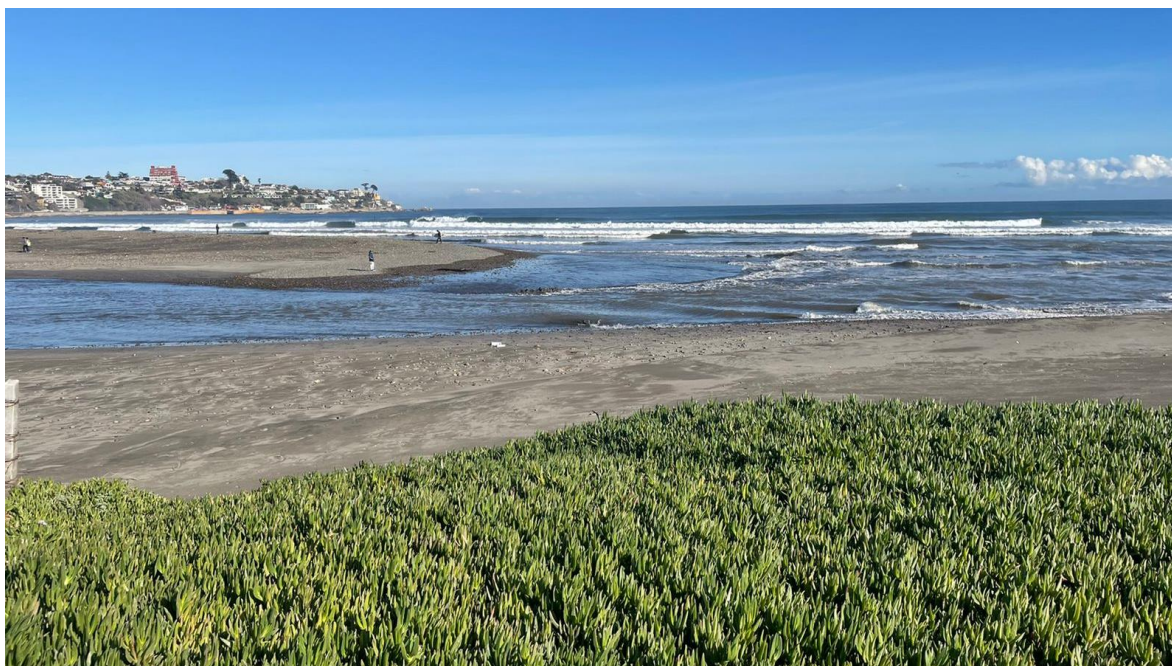


Figura 28; Barra de arena erosionada, permitiendo la conexión entre el humedal y el océano.

La altimetría del relieve fuera del humedal corresponde a un alto topográfico en su zona noreste, con una explanada ubicada a los 90 metros aproximadamente, de este relieve se formaron varias quebradas por la acción mecánica del paso del agua, como se vio en el capítulo anterior, en ellas se acumula la mayor cantidad de vegetación, humedad y suelos saturados, ya que estas captan las aguas lluvias y las transportan hacia el río. La zona noroeste igualmente presenta una ladera con una planicie de 40 metros de altura aproximadamente, pero las redes hidrográficas indican que las quebradas transportan el agua hacia la zona norte, no influyendo en la dinámica de este humedal.

Sobre las alteraciones antrópicas, en su mayoría corresponde a industrias que se ubican tanto en la ladera norte como sur del río Aconcagua (Véase figura 29), entre las que encontramos empresas de tratamientos de hidrocarburos, industria química, generación de insumos mineros. Por otro lado, en la zona norte se encuentra un barrio industrial con actividades variadas como la producción de alimentos, oficinas de ventas y astilleros. Existen 2 empresas que dejaron de operar en el sector, pero sus instalaciones aún se encuentran, siendo la primera un matadero y la segunda una empresa que trabaja con hidrocarburos para la generación de asfaltos. Todas estas empresas serán detalladas más adelante en los capítulos de amenazas.

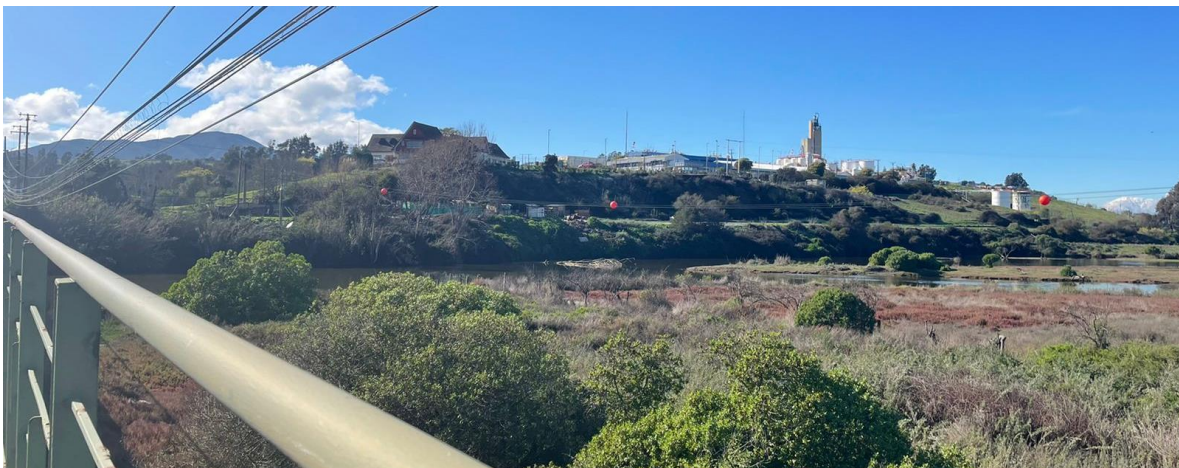


Figura 29; Industria química ubicada en la ladera norte del río Aconcagua.

Otro de los aspectos antrópicos que se encuentran cercano al humedal son las viviendas irregulares, en este caso se encuentran 2 zonas con una alta concentración de estos asentamientos. El primero corresponde a un campamento que se ubica al noroeste del humedal denominado “Las Gaviotas”, a un costado de la línea del tren y una de las industrias, el segundo corresponde a un gran número de viviendas que se encuentran sobre el banco de sedimentos que se encuentra en medio del cauce del río. Es importante mencionar que este último se encuentra en una zona de inundación, donde los suelos están saturados y el nivel freático es bastante somero, estas viviendas al ser irregulares no disponen de un servicio de alcantarillado, por lo que funcionan por medio de fosas sépticas, las cuales, debido a las condiciones del suelo mencionadas anteriormente, se filtran a la superficie formando algunos sectores con aguas negras. Por otro lado, estas localidades no cuentan con sistema de recolección de basura, por lo que se encuentran varios puntos en donde se forman microbasurales a un costado de los cuerpos de agua.



Figura 30; Generación de microbasurales y afloramiento de aguas negras por viviendas irregulares.

Finalmente, se definió un área de influencia de aproximadamente 385 hectáreas (Véase figura 31), la cual incluye los barrios industriales y viviendas irregulares que se encuentran cerca del área del humedal, además de la quebrada noreste

que alimenta al humedal y en donde se concentra la mayor parte de la vegetación nativa.

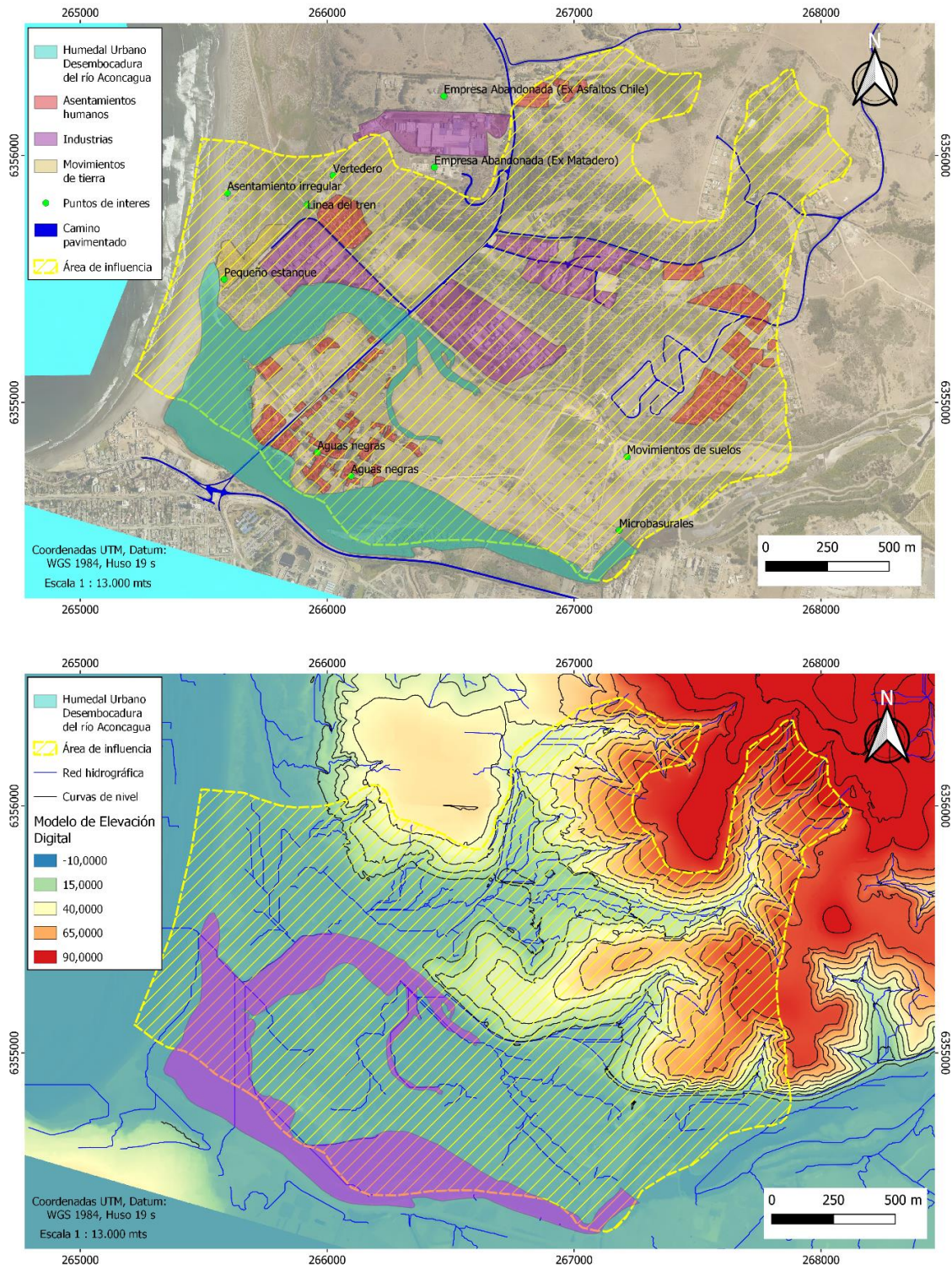


Figura 31; Área de influencia del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua, alteraciones humanas y características morfológicas e hidrológicas.

6.2.3 Área de influencia del humedal urbano Los Juanes

La zona en la que se encuentra el humedal urbano Los Juanes se caracteriza por encontrarse en un relieve deprimido, el cual permite que la napa freática sea más somera y la captación de aguas lluvias por escorrentía se acumule en ese sector, favoreciendo la generación de espejos de agua. A diferencia de los otros humedales de la comuna, este no presenta alguna conexión con el océano debido al campo dunar de Quintero, el cual actúa como barrera en toda su zona sur. Por su lado oeste presenta una ladera de orientación norte sur correspondiente a los cerros del Plutón Quintero, estos alcanzan alturas de alrededor de 50 metros y pendientes relativamente suaves, todas las curvas hidrográficas de esta ladera llegan al humedal por medio de 2 sectores en donde se canaliza el agua, la zona norte de este y el brazo que se forma en dirección oeste, incluso se reconoció en terreno algunas infraestructuras creadas por el hombre que favorecen el paso de aguas por esos sectores. El sector sureste, por otro lado, corresponde al campo dunar de Ritoque, en donde se encuentran alturas de hasta 90 metros, la red hidrográfica se extiende un poco más de 3 km hacia el este, indicando una alta dependencia del humedal en ese sector, ya que este, como se vio en el capítulo anterior, depende completamente de las aguas lluvias que viajan por escorrentía y los flujos subterráneos.

Sobre las alteraciones antrópicas, existen varios asentamientos urbanos cercanos a este humedal, ya que este es el más cercano a la localidad urbana de Quintero y se encuentra en la zona más propensa a edificarse en un futuro. Al sur se identifica la localidad de Ritoque, la cual se ha mantenido relativamente constante en la última década, mientras que el lado norte se ha expandido completamente en los últimos años, llegando a construir viviendas a un costado del humedal y generando varias ofertas de terrenos en ventas para una mayor urbanización, destacando la inexistencia de un sistema de alcantarillado en el sector, por lo que en su mayoría, la gente se abastece de agua desde las napas freáticas y presenta sistemas de fosas sépticas, siendo un riesgo latente para el humedal.



Figura 32; Viviendas en construcción a un costado del humedal urbano Los Juanes.

Otras alteraciones antrópicas que se encuentran cercanas al humedal corresponden a los terrenos de la Fuerza Aérea de Chile, en donde incluso una parte de este es de propiedad de esta rama de las fuerzas armadas. En la zona noreste se encuentra una gran pista de aterrizaje que presenta un largo aproximado de 3 km en donde pocas veces transitan aviones, sumado a lo anterior, se encuentra un campo de entrenamiento y de tiro en donde se producen fuertes sonidos que alteran la fauna del sector, aunque todos estos aspectos se verán en mayor detalle más adelante. Finalmente, al igual que la mayoría de los humedales de la comuna, este humedal es dividido en 3 partes por una línea de tren y un camino pertenecientes a la Empresa de Ferrocarriles del Estado, en su ramal Quintero – San Pedro, generando una barrera divisoria en el humedal y no permitiendo la conectividad hídrica y biológica de este.

En base a lo anterior se definió un área de influencia de aproximadamente 637 hectáreas (Véase figura 33), la cual presenta una forma alargada hacia los sectores oeste y este, en donde se encuentran las laderas que permiten la escorrentía hacia este, evidenciado por sus redes hidrográficas, se incluye una parte de las viviendas que se encuentran en el sector, especialmente aquellas cercanas al punto de canalización norte del humedal.

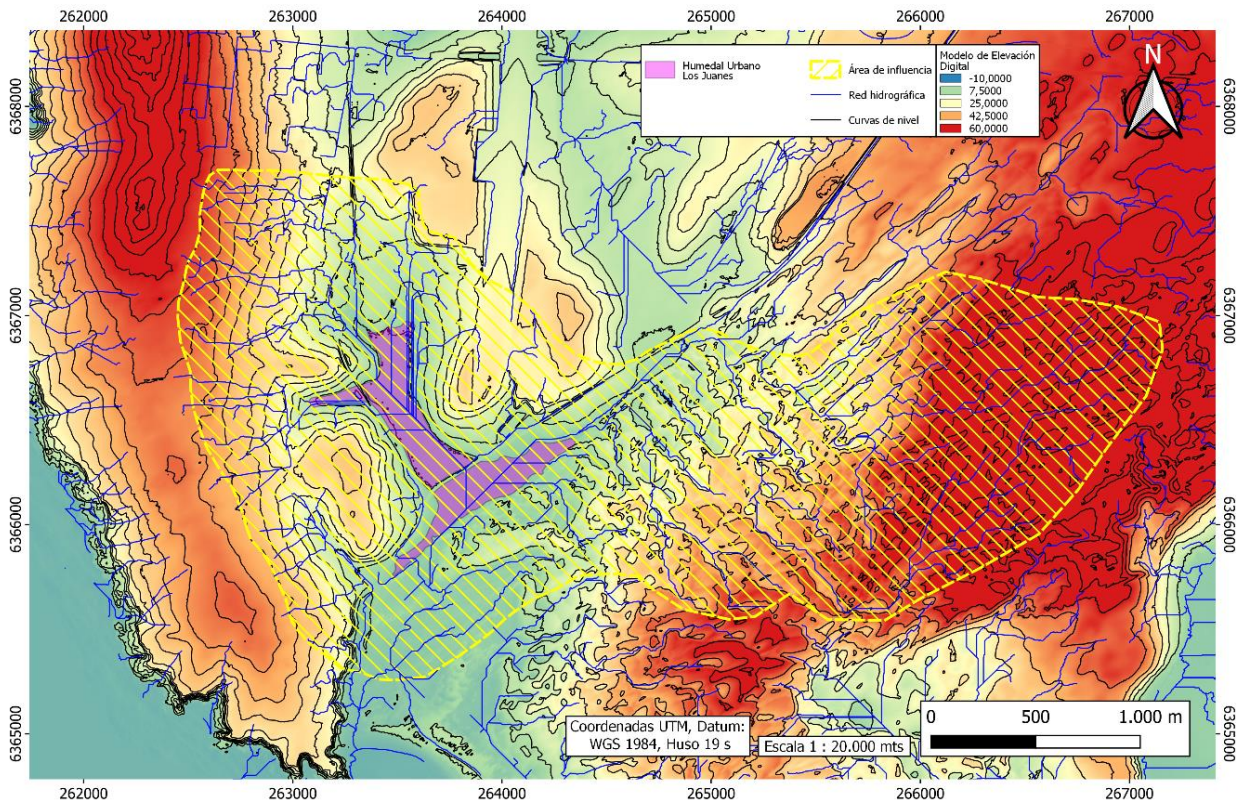
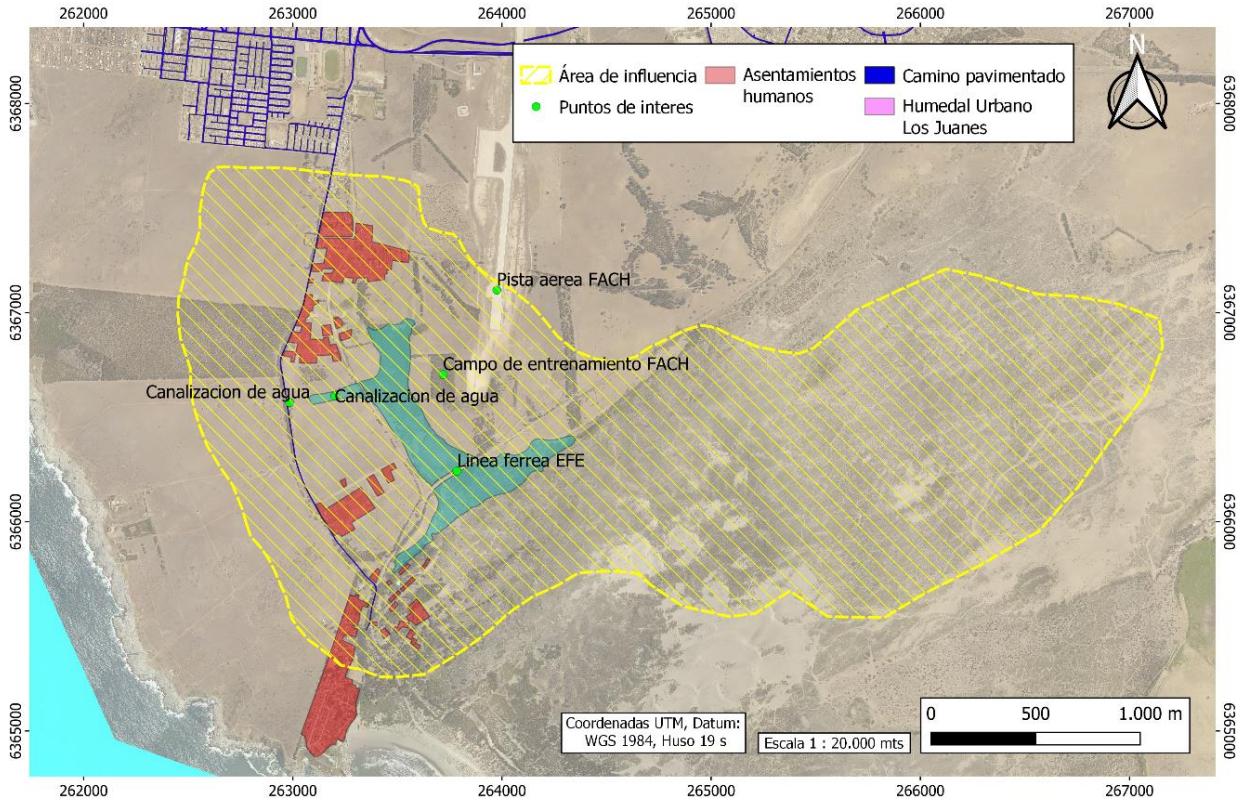


Figura 33; Área de influencia del humedal urbano Los Juanes, alteraciones antrópicas y características morfológicas e hidrológicas.

6.2.4 Área de influencia del humedal Esteros Mala Cara y Mantagua.

Los esteros Mala Cara y Mantagua nacen en los altos topográficos del extremo este de Quintero y desembocan en el humedal de Mantagua, por lo que ambos atraviesan toda la comuna y abarcan una gran área de influencia de 6.188 hectáreas aproximadamente (Véase figura 37). La topografía del sector se compone de varias terrazas fluviales y marinas con alturas en promedio de 100 metros, reconocidas en las tonalidades amarillas y verdosas del modelo de elevación digital. Existen unos altos topográficos en el extremo este, correspondiente a los cerros Mauco y Colorado, con alturas de hasta 550 metros, de la quebrada que se forma entre ellos nace el estero Mantagua, el cual erosiona el terreno de las terrazas, formando un relieve de cauce o valle en forma de V con el paso del tiempo. A lo largo de todo el recorrido del estero, existen varias otras quebradas de menor grado que se van anexando a su cauce, tanto por la zona norte y sur del estero, estas quebradas se formaron del mismo modo que el cauce principal, por efecto de erosión de la terraza tras la escorrentía de las aguas lluvias. La zona del cauce presenta alturas variables a medida que se acerca a la costa, generando un promedio de 10 metros de altura aproximadamente una vez llega a la localidad de Mantagua, misma que le da su nombre.

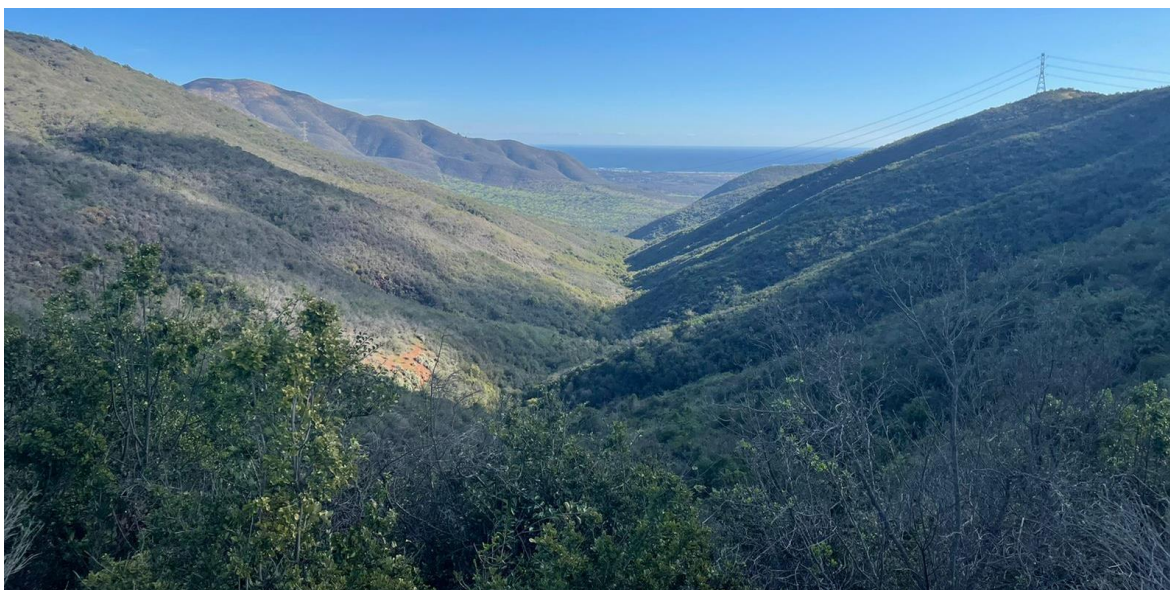


Figura 34; Relieve del estero Mantagua desde su lugar de nacimiento en los cerros Mauco y Colorado.

Posteriormente, este estero se une junto con el estero Mala Cara, el cual proviene de la zona noreste de la comuna, naciendo incluso fuera de esta. Al igual que Mantagua, este estero erosiono las terrazas marinas y fluviales formando un valle en forma de V el cual presenta otras pequeñas quebradas que se anexan al cauce principal, el cual presenta una altura promedio de entre 5 a 20 metros. El estero Mala Cara al momento de acercarse a la costa se encuentra con una barrera topográfica correspondiente al campo dunar de Ritoque, en ella este se comporta de una manera que trata de rodear tanto por el norte como por el sur el campo dunar, motivo por el cual tiene una dirección norte sur a partir de este punto, conectándose a la altura de la localidad de Mantagua con el estero de mismo nombre y posteriormente llegando al humedal de Mantagua en donde desembocara en el océano.



Figura 35; Estero Mantagua a la altura de la localidad de Mantagua.

Toda la topografía mencionada anteriormente fue formada por el accionar de la fuerza de los esteros sobre el relieve, las redes hidrográficas indican la presencia

de las quebradas naturales que se forman alrededor de ellos y a la vez los alimentan, como se vio en el capítulo anterior, tanto en el cauce como en sus quebradas se concentra la mayor cantidad de humedad, vegetación y suelos saturados, por lo que el área de influencia abarca todas estas quebradas y zonas depresivas en donde se forman suelos saturados.

Sobre las alteraciones antrópicas, en su mayoría corresponde a los poblados y parcelas que se encuentran alrededor de ambos esteros, debido a que estos abastecen de agua a la comunidad, la mayoría de las localidades rurales de Quintero se ubican a un costado de estos, se reconocen las localidades de Valle Alegre, Santa Julia, Santa Adela y Mantagua, además de los condominios Campomar I, II, III y IV y Lomas de Mantagua. Ambos esteros son atravesados por las rutas F-30E y F-190, por donde existen puentes para mantener la conectividad de ambos esteros. Debido al cambio de uso de suelo que tuvo toda esta zona, en donde paso de ser una área rural a ser un área de extensión urbana, se reconoce un acelerado crecimiento de las viviendas en estos sectores, sobre todo en la localidad de Valle Alegre, se detectaron varias viviendas alrededor de las quebradas, las cuales se acercan cada día más, poniendo en riesgo estos ecosistemas en donde se acumulan los árboles nativos de vegetación esclerófila.



Figura 36; Estero Mala Cara a la altura de la ruta F-30E, con un gran cauce después de los meses lluviosos.

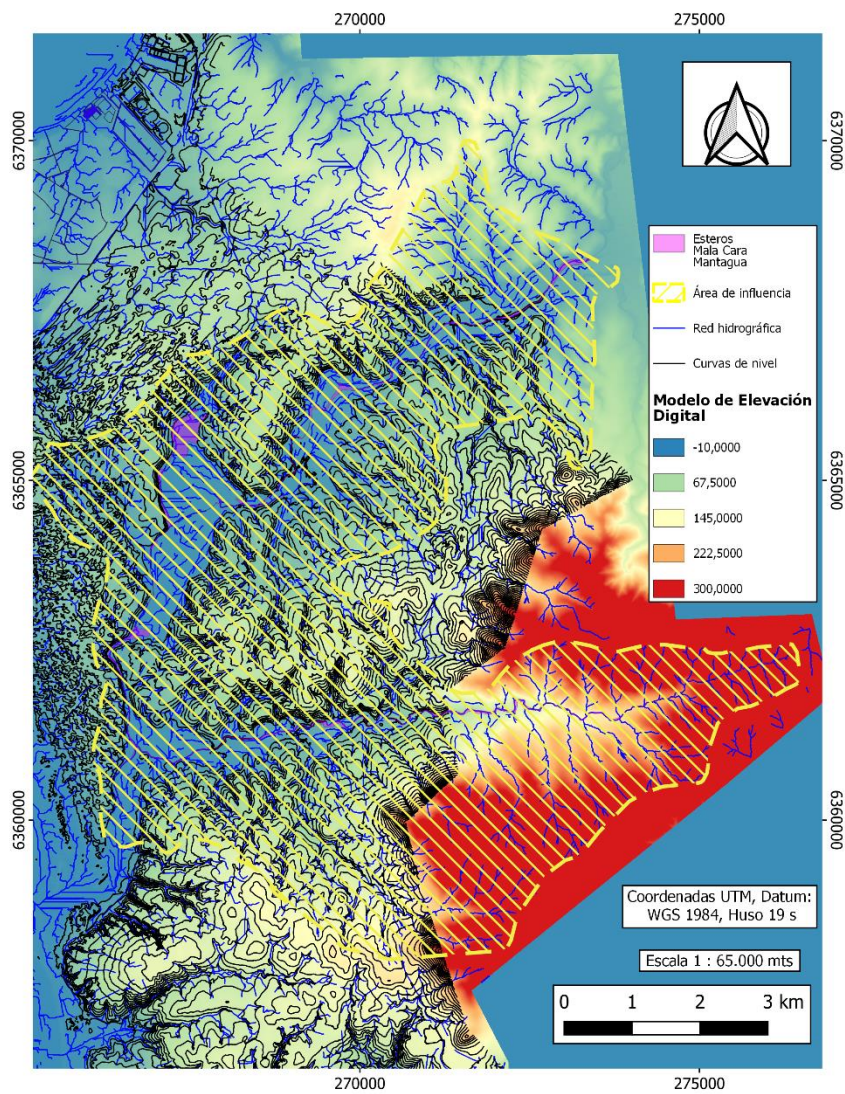
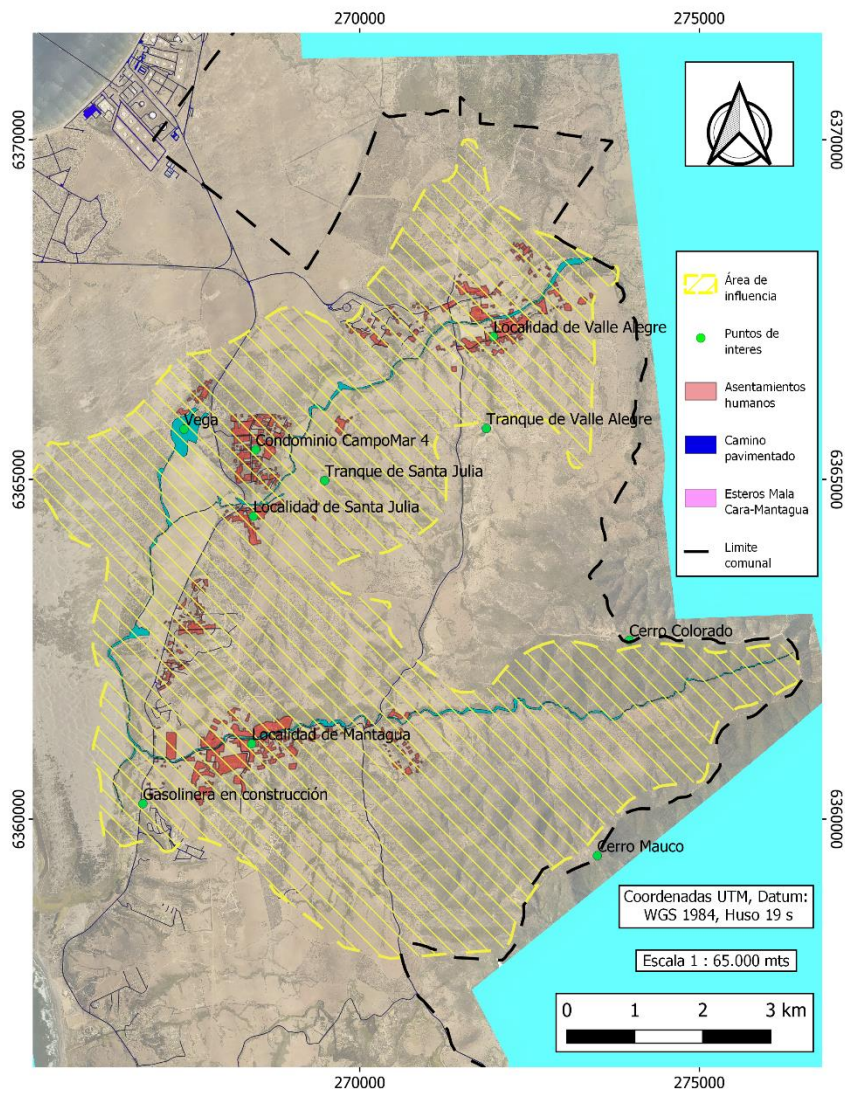


Figura 37; Área de influencia del humedal Esteros Mala Cara y Mantagua, alteraciones antrópicas y características morfológicas e hidrológicas.

6.3 Catastro de bosques nativos y plantaciones introducidas.

La comuna de Quintero se encuentra totalmente dentro del área descrita por Luebert & Pliscoff (2017) como la zona de “Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de *Peumus boldus* y *Schinus latifolius*”, las cuales se presentan en su mayoría en quebradas naturales que forman parte de la red hidrográfica, conservando suelos húmedos en gran parte del año, y algunas pocas de estas aún mantienen las características de bosque esclerófilo ya que no han sido intervenidas en gran medida. Entre las especies arbóreas más abundantes se encuentra el Boldo, Peumo y Molle, estando presente en casi todos los bosques de la zona, en conjunto con otros árboles menores tanto nativos como introducidos como el Olivo, Aromo y/o Litre.

En la zona se encuentran bastantes plantaciones de árboles de uso común en Chile, los cuales se utilizan como insumos de materias primas o según Flores *et al.* (2022), para detener el avance de las dunas de Ritoque, transformando dunas activas en dunas semi estabilizadas por medio de la plantación de pinos, además de la adición de plantaciones de los géneros *Acacia* y *Eucalyptus* por parte de Conaf y varias universidades de la región con el fin de encontrar la mejor alternativa para la fijación de la anteduna artificial y lograr su desarrollo en el sitio con fines silvícolas. Debido a lo anterior, se puede encontrar varias hectáreas de cultivos de Eucaliptos en toda la comuna, los cuales se entremezclan en algunos sectores con los bosques y quebradas nativas, igualmente se encuentran cultivos de pinos, sobre todo en aquellos sectores al este del sistema dunar, funcionando como una barrera de borde que evite su expansión. De igual modo, se reconocen algunas especies de árboles que se entremezclan con los bosques nativos, pero se consideran especies introducidas como los Aromos y Olivos, que se encuentran a lo largo de toda la comuna tanto individualmente como en pequeños grupos, nunca formando plantaciones exclusivas de estos.

Humedal Mantagua

La vegetación arbórea en el área de influencia del humedal de Mantagua se compone de bosques esclerófilos de Peumo, Boldo y Molle, ubicados en las quebradas de la zona este del humedal, las cuales se han reducido con el paso del tiempo por la intervención antrópica durante la urbanización del sector y el ingreso de mono cultivos en las planicies, en donde destacan las plantaciones de Eucalipto. Por otro lado, tal como se mencionó anteriormente, se reconoce un gran cultivo de pinos en la orilla norte del humedal, los cuales fueron plantados para estabilizar las dunas y evitar su avance, al igual que algunos pequeños sectores menores en que se reconocen algunos conjuntos de Aromos. La siguiente figura y tabla indica la ubicación de cada uno de estos bosques y cultivos mencionados, junto a las especies que se pueden encontrar y el área que abarcan.

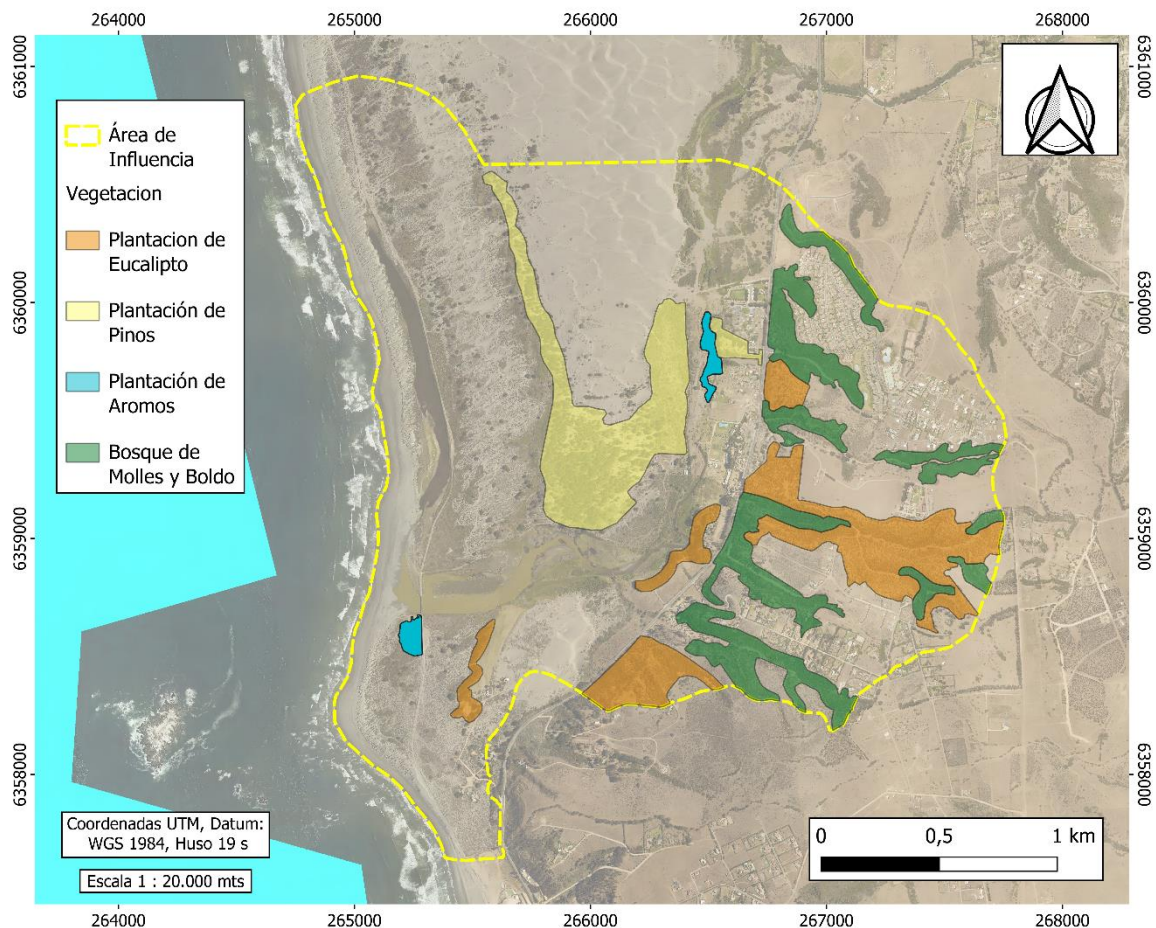


Figura 38; Bosques y Plantaciones del humedal de Mantagua.

Vegetación	Especies	Área	Ubicación
Plantación de Eucaliptos	<i>Eucaliptus globulus</i>	45 Ha	Planicies de baja inclinación entre las quebradas.
Plantación de Pinos	<i>Pinus radiata</i>	39 Ha	Zona norte del humedal, límite con el campo dunar.
Plantación de Aromos	<i>Acacia saligna</i>	3 Ha	Dos pequeños conjuntos ubicados, uno a un costado de la barra de arena y otro al norte del humedal.
Bosque de Molles y Boldo	<i>Peumus boldus</i> <i>Schinus latifolius</i> <i>Cryptocarya alba</i> <i>Eucaliptus globulus</i> <i>Lithraea caustica</i> <i>Myrceugenia obtusa</i>	47 Ha	Quebradas al este del humedal, sectores de la red hidrográfica, en donde los suelos presentan mayor humedad y el relieve en forma de V los protege.

Tabla 9; Vegetación arbórea en el área de influencia del humedal de Mantagua.



Figura 39; A: Plantaciones de eucaliptus; B: Plantaciones de pino; C: Plantaciones de Aromo; D; Bosque esclerófilo de las quebradas.

Humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua

La vegetación arbórea en el área de influencia de este humedal se compone de pequeños remanentes de bosque esclerófilo dominado por Boldo y Peumo en algunos sectores de la ribera del río Aconcagua, en las quebradas del sector norte igualmente se reconocen algunos sectores esclerófilos asociados a las quebradas naturales, los cuales fueron desapareciendo con la llegada de los monocultivos de Eucaliptos. Se reconoce en la zona del extremo norte del área de influencia, unas quebradas de bosque nativo con alta presencia de árboles de Olivo, siendo este el único lugar de toda la comuna en donde se reconoció esta especie, mientras que más al sur, se describe un sector en medio de los monocultivos de eucaliptos en donde las redes hidrográficas convergen y se forma un bosque esclerófilo con alta presencia de aromos. La siguiente figura y tabla indica la ubicación de cada uno de estos bosques y cultivos mencionados.

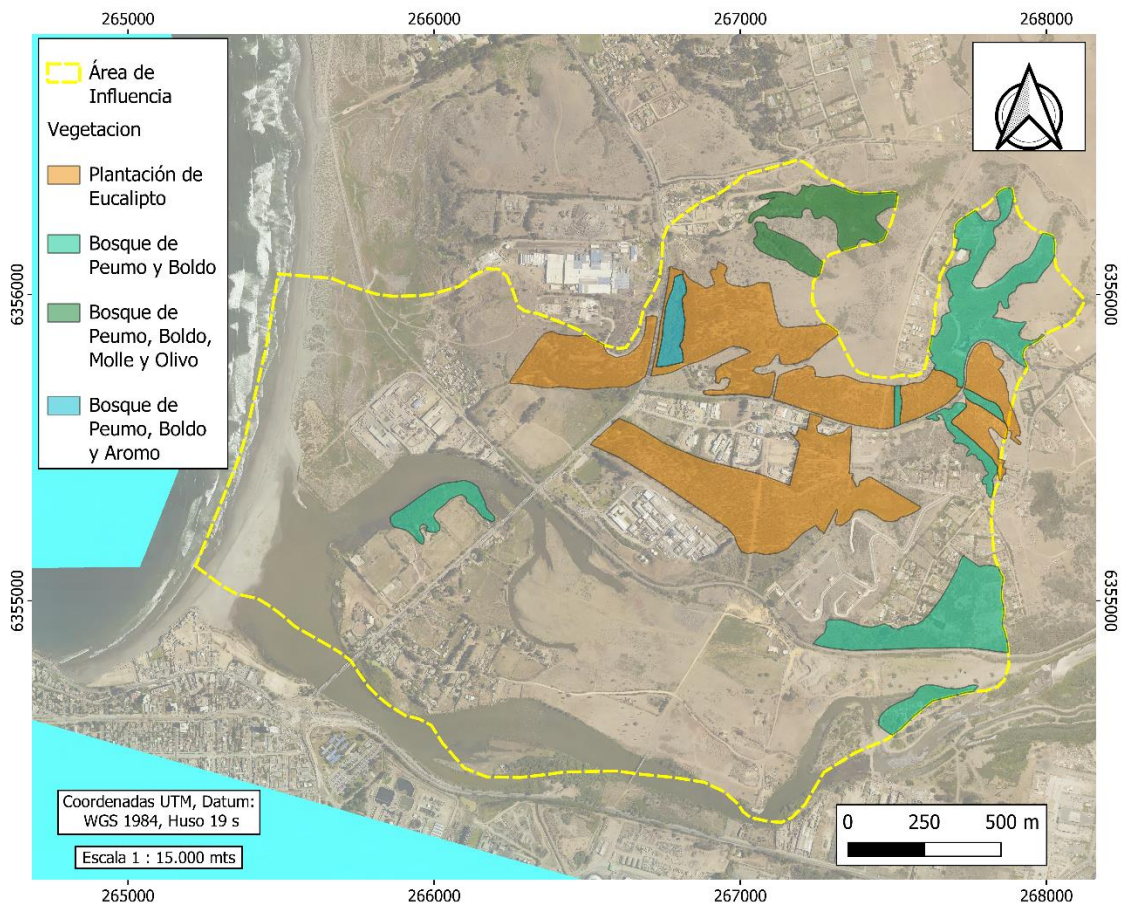


Figura 40; Bosques y Plantaciones del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua.

Vegetación	Especies	Área	Ubicación
Plantación de Eucaliptos	<i>Eucalyptus globulus</i>	48 Ha	Planicies de baja inclinación en la parte baja de los cerros.
Bosque de Peumo y Boldo	<i>Peumus boldus</i> <i>Cryptocarya alba</i>	25 Ha	Ubicados en la ribera del río Aconcagua y en la quebrada norte del humedal, estando en conjunto con las plantaciones de eucalipto.
Bosque de Peumo, Boldo, Molle y Olivo	<i>Peumus boldus</i> <i>Schinus latifolius</i> <i>Cryptocarya alba</i> <i>Olea europea</i> <i>Eucalyptus globulus</i>	7 Ha	En la quebrada ubicada en el extremo norte del área de influencia del humedal.
Bosque de Peumo, Boldo y Aromo	<i>Peumus boldus</i> <i>Cryptocarya alba</i> <i>Acacia saligna</i>	2 Ha	Inmerso en una depresión de la zona intermedia del área de influencia, en donde convergen las redes hidrográficas de las quebradas al norte del humedal.

Tabla 10; Vegetación arbórea en el área de la Desembocadura del Río Aconcagua.



Figura 41; A: Plantaciones de eucalipto; B: Bosque esclerófilo en la ribera del río; C: Bosque esclerófilo asociado a la quebrada de la zona norte.

Humedal urbano Los Juanes

La vegetación arbórea en el área de influencia del humedal urbano Los Juanes se compone casi en su totalidad de plantaciones de mono cultivo que fueron instaladas el siglo pasado para la obtención de madera. La mitad del área de influencia correspondiente al sector dunario, no presenta vegetación arbórea significativa mientras que el resto del relieve no presenta quebradas naturales en forma de V, por lo que debido a las características del paisaje y la alta influencia antrópica de la localidad de Quintero es que casi no se presentan bosques esclerófilos en la zona, a excepción de pequeños conjuntos de árboles que se ubican en los bordes del humedal. Sobre las especies de mono cultivo, predomina completamente las plantaciones de Eucaliptos que rodean casi la totalidad del humedal, en menor medida existen algunos cultivos de pinos y un sector con una agrupación de varios aromos, aunque igualmente se pueden encontrar varios individuos de esta especie alrededor del humedal sin estar agrupados.

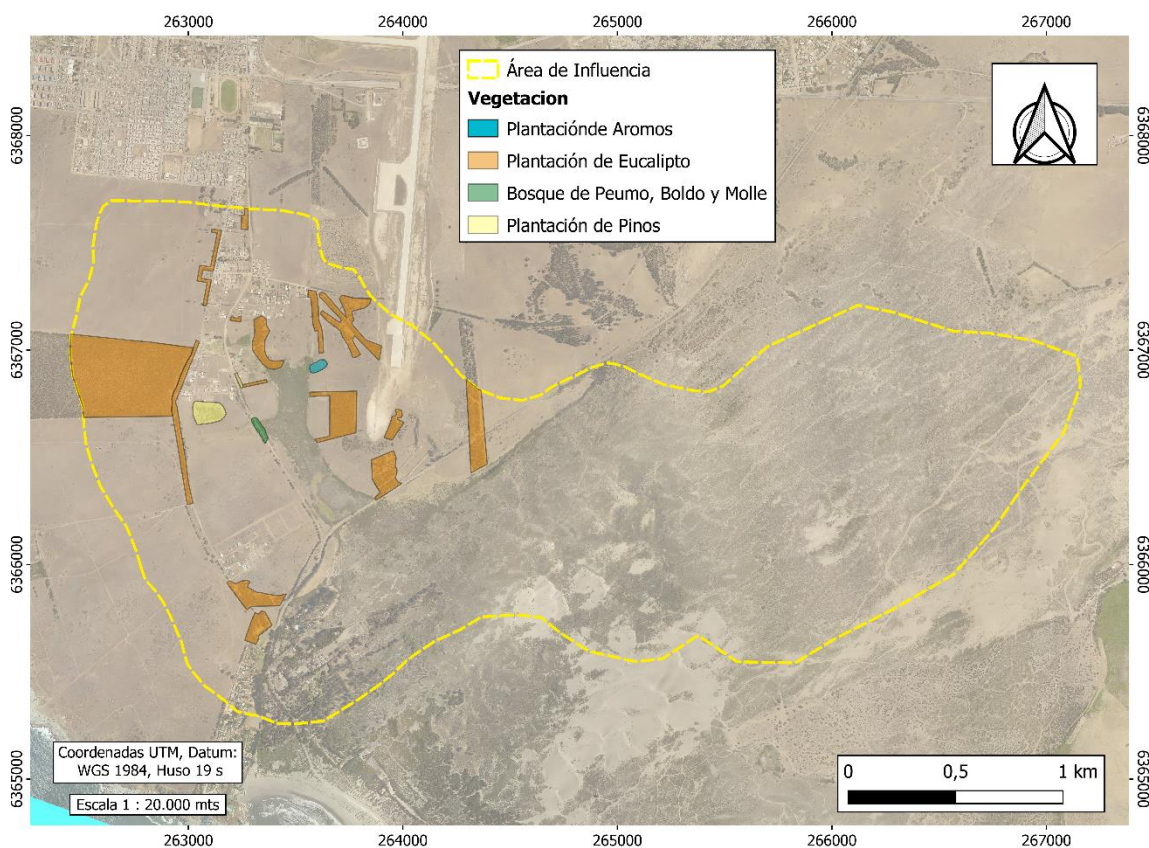


Figura 42; Bosques y Plantaciones del humedal urbano Los Juanes.

Vegetación	Especies	Área	Ubicación
Plantación de Aromos	<i>Acacia saligna</i>	1 Ha	Pequeño grupo de aromos ubicado en el extremo noreste del humedal, formando parte de este mismo.
Plantación de Eucaliptus	<i>Eucaliptus globulus</i> <i>Pinus radiata</i>	37 Ha	Varias plantaciones de Eucaliptos ubicados en los alrededores del humedal, en forma de hileras alargadas, existe una gran plantación en la zona oeste que presenta también pinos en un sector fuera del área de influencia
Bosque de Peumo, Boldo y Molle	<i>Peumus boldus</i> <i>Schinus latifolius</i> <i>Cryptocarya alba</i>	1 Ha	Pequeño grupo de árboles nativos que se ubican alrededor del humedal, en el camino que lo divide
Plantación de pinos	<i>Pinus radiata</i>	2 Ha	Pequeño cultivo ubicado al oeste del humedal, a un costado de la zona de canalización de aguas.

Tabla 11; Vegetación arbórea en el área de influencia del humedal urbano Los Juanes.



Figura 43; A: Plantaciones de hileras de eucaliptos; B: Plantación de pinos; C: Plantación de pinos y eucaliptos en el sector de Ritoque.

Humedal Red de Esteros Mantagua y Mala Cara

La siguiente figura representa toda la vegetación arbórea del área de influencia de los esteros, ajustada a un nivel de detalle en base al tamaño del sector.

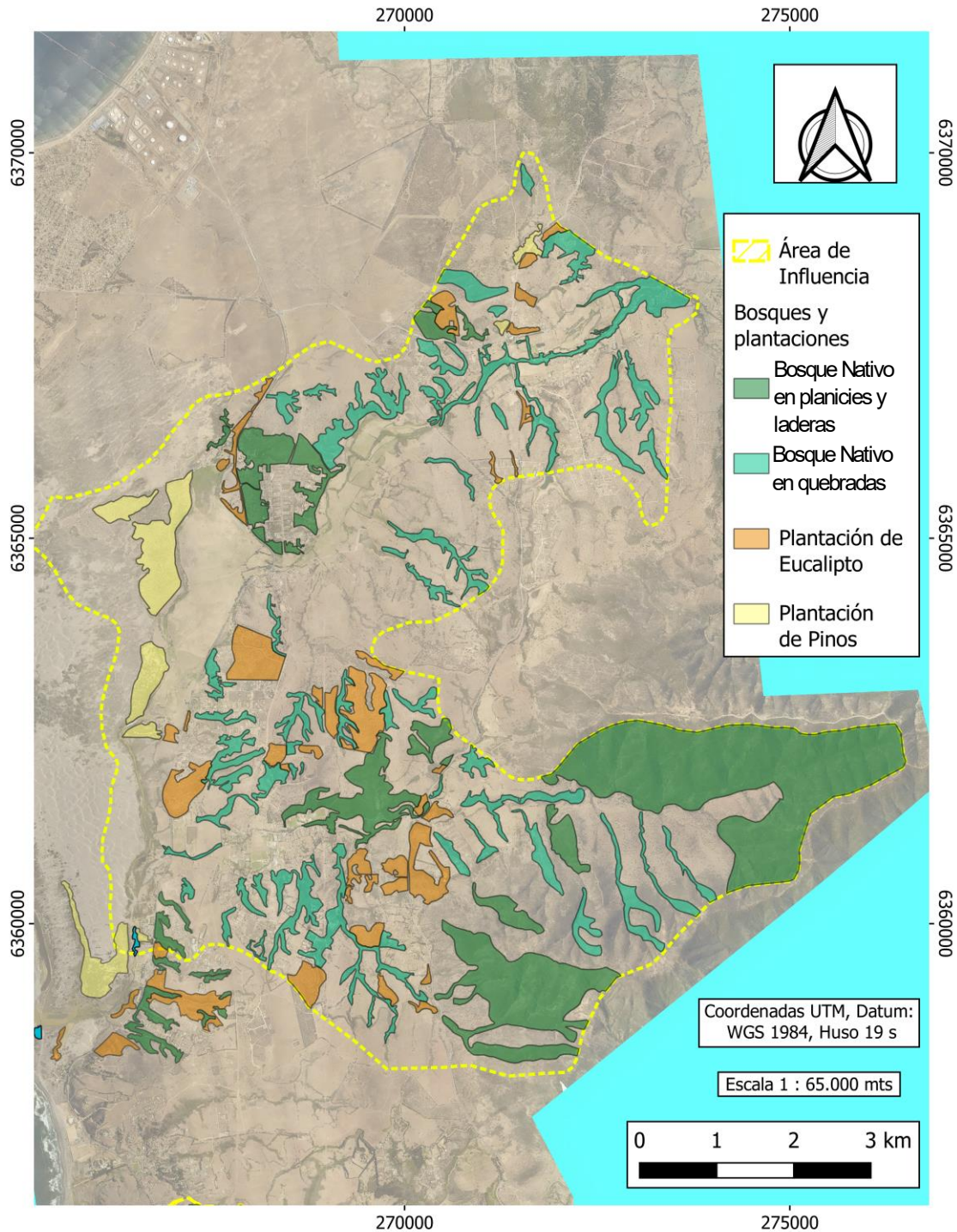


Figura 44; Bosques y Plantaciones del humedal Red de Esteros Mala Cara y Mantagua.

La vegetación arbórea que se encuentra en el área de influencia de estos esteros se compone de los relictos restantes de bosque nativo que se encuentra en la zona, la mayoría de esta vegetación se encuentran limitadas a las quebradas de los cerros que alimentan ambos esteros o en los mismos cauces, siendo cada año amenazadas por el avance urbano en la comuna, pero, por otro lado, aún existen 4 sectores de planicies con presencia de bosque nativo en la comuna, ubicándose cada uno en; el norte de la localidad de Mantagua; las laderas del cerro Mauco; al norte de la localidad de Santa Julia y al oeste de la localidad de Valle Alegre, siendo los únicos lugares en donde se puede encontrar una idea del ecosistema de referencia que tenía Quintero antes de la llegada de la urbanización. Estos bosques presentan en su mayoría especies como Boldo, Peumo y Molle, mientras que en algunos sectores puntuales se encuentra también Litre, Aromos, Belloto del Norte, Arrayán, Coligüe, Maitén, Quebracho, Maqui y Espino.

Como se ha mencionado anteriormente, el bosque esclerófilo de Quintero se ha visto reducido debido a la expansión urbana y el ingreso de mono cultivos, en el área se encuentra una gran cantidad de eucaliptos que se reparten de manera aleatoria por toda la comuna y varios sectores con cultivos de pinos, en su mayoría en el límite este del sector dunario de Ritoque, para mantener a raya el avance de las dunas.



Figura 45; A: Bosque esclerófilo de la localidad de Santa Julia; B: Belloto del Norte.

Vegetación	Especies	Área	Ubicación
Bosque Nativo en planicies y laderas	<i>Peumus boldus</i> <i>Schinus latifolius</i> <i>Cryptocarya alba</i> <i>Lithraea caustica</i> <i>Myrceugenia obtusa</i> <i>Acacia saligna</i> <i>Beilschmiedia miersii</i> <i>Maytenus boaria</i> <i>Acacia caven</i> <i>Chusquea culeou</i> <i>Aristolelia chilensis</i> <i>Senna candolleana</i>	899 Ha	Corresponde a 4 bosques esclerófilos ubicados en los siguientes sectores de la comuna: <ul style="list-style-type: none"> • Al norte de la localidad de Mantagua • Al norte de la localidad de Santa Julia • Al oeste de la localidad de Valle Alegre • Las laderas del cerro Mauco, al este de la localidad de San Ramon.
Bosque nativo en quebradas	<i>Peumus boldus</i> <i>Schinus latifolius</i> <i>Cryptocarya alba</i> <i>Lithraea caustica</i> <i>Acacia saligna</i> <i>Beilschmiedia miersii</i> <i>Acacia caven</i> <i>Maytenus boaria</i>	564 Ha	Corresponden a las quebradas naturales que se alinean con las redes hidrográficas y alimentan a los esteros, ubicados a lo largo de todo el cauce de ambos esteros y al norte y sur de ellos mismos.
Plantación de Eucaliptos	<i>Eucaliptus globulus</i>	239 Ha	Ubicados de manera aleatoria por toda el área de influencia, asociado a sectores planos o de fácil acceso, invadiendo tanto las quebradas nativas como el bosque.
Plantación de pinos	<i>Pinus radiata</i>	119 Ha	Grupo de cultivos ubicados en la zona oeste del área de influencia, en los límites entre el estero y el campo dunar de Ritoque.

Tabla 12; Vegetación arbórea en el área de influencia de la red de Esteros Mala Cara y Mantagua.

6.4 Amenazas en la preservación de los humedales

6.4.1 urbanización

Tal como menciona el informe de criterios mínimos para la sustentabilidad de humedales urbanos (MMA, 2020), una de las principales amenazas que afecta hoy en día a los humedales es la expansión urbana, mismo motivo por el cual se inició la protección de los humedales urbanos, dado que estos al estar dentro de los límites urbanos de cada comuna, son más propensos a ser afectados en el corto plazo. En el caso de Quintero, debido a una modificación en el uso de suelos realizada en el 2014, se permitió una menor cantidad de metros cuadrados para la subdivisión predial mínima de cada terreno, aumentando las parcelaciones y ventas de ella.

En la actualidad, el crecimiento que ha tenido cada localidad rural en la última década ha sido abrupto, el cual queda catastrado según imágenes satelitales. La localidad de Valle Alegre tenía en el 2010 alrededor de 55 hectáreas de viviendas construidas, aumentando a 600 para el 2021, en el caso de San Ramón, este aumento de 12 hectáreas construidas a 39, mientras que Santa Luisa creció de 73 hectáreas en el 2010 hasta 120 en el 2021 (Ilustre Municipalidad de Quintero, 2022).

La siguiente imagen registra la actualidad de viviendas construidas dentro de las áreas de influencia de los humedales en la comuna, es importante mencionar que varias de ellas se encuentran en condominios y/o proyectos de parcelaciones que se encuentran aún en crecimiento, además se puede identificar los registros de roles que maneja el Servicio de Impuestos Internos, en donde se puede evidenciar los suelos que ya han sido subdivididos y aprobados, por lo que probablemente se construya sobre ellos en el corto o mediano plazo, se destacan 4 sectores en donde la concentración de subdivisiones es mayor;

- Terrenos ubicados alrededor de la localidad de Valle Alegre, sector por donde fluye el estero Mala Cara.

- Gran parte de la localidad de Mantagua, sector por donde fluye el estero del mismo nombre
- Planicies al oeste del humedal Los Juanes, en conjunto con el sector del Cristo de Ritoque.
- Quebradas ubicadas al este del humedal de Mantagua.

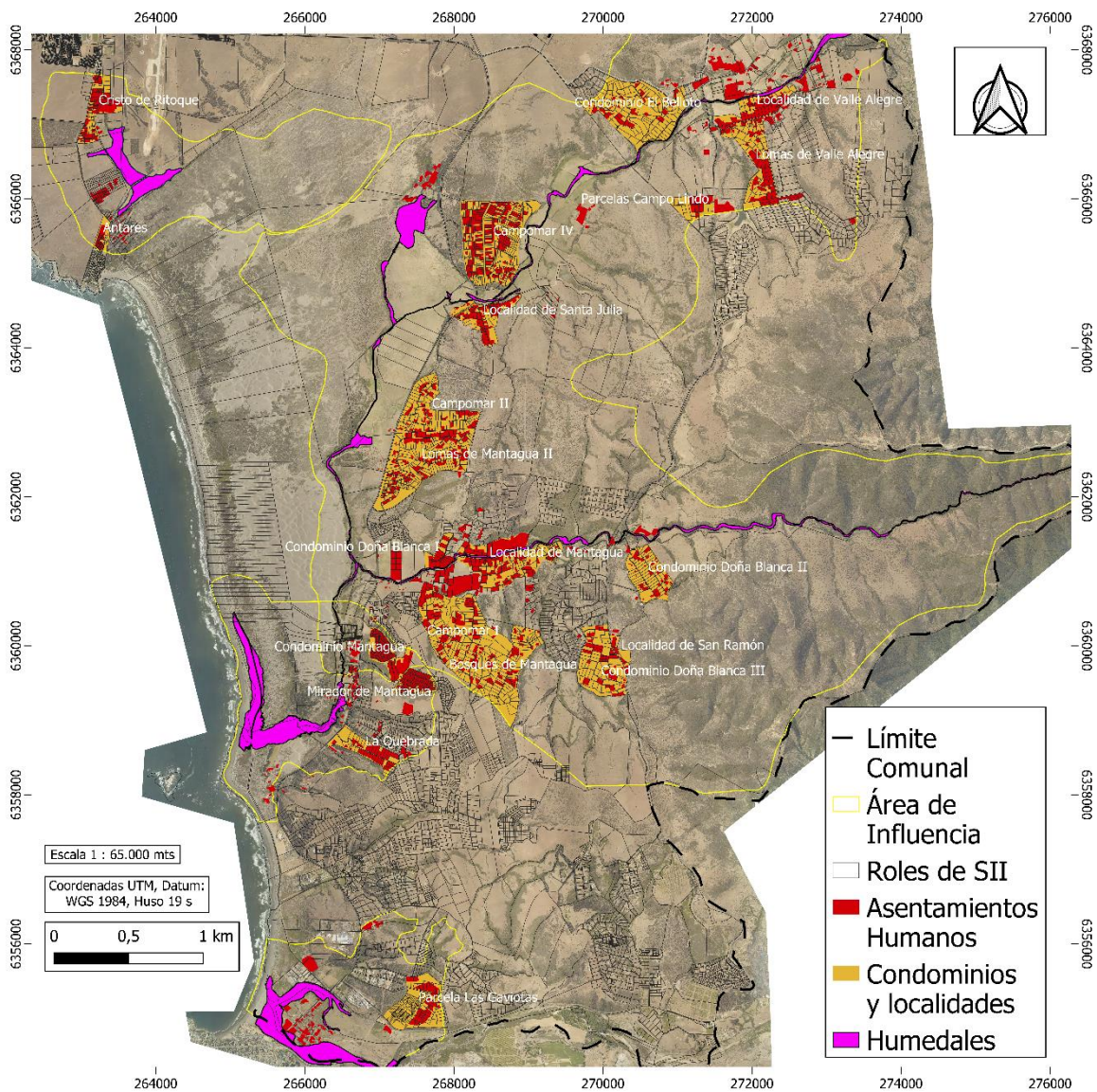


Figura 46; Situación actual de la urbanización en los sectores rurales de la comuna de Quintero, representación de los asentamientos humanos y la proyección futura de las subdivisiones prediales.

En el caso de los sectores alrededor del humedal Desembocadura del Río Aconcagua, estos no presentan una gran acumulación de asentamientos humanos o subdivisiones prediales de bajo tamaño, por lo que ese humedal es menos propensos o susceptibles a ser afectado por la urbanización en el corto o mediano plazo, a excepciones de las viviendas irregulares que se encuentran cercanos a ellos, las cuales no existe posibilidad de ser regularizadas en el mismo sector en el que están debido a ser reconocidas como áreas de inundación por lo que se espera que sean erradicadas en un futuro.

Humedal	Asentamientos en el área de influencia	Localidad	Condominios / Parcelaciones	
Desembocadura del Río Aconcagua	22,30 Ha	Las Gaviotas	Parcela Las Gaviotas	9,87 Ha
Mantagua	49,36 Ha	Santa Adela	Condominio Mantagua	15,53 Ha
			Mirador de Mantagua	10,60 Ha
			La Quebrada	9,56 Ha
Esteros Mala Cara y Mantagua	283,23 Ha	Mantagua	Condominio Doña Blanca I	6,23 Ha
			Campomar I	24,50 Ha
			Campomar II	8,75 Ha
			Bosques de Mantagua	6,04 Ha
			Lomas de Mantagua II	22,44 Ha
		San Ramón	Condominio Doña Blanca II	6,06 Ha
			Condominio Doña Blanca III	10,85 Ha
		Santa Julia	Campomar IV	33,83 Ha
		Valle Alegre	Condominio El Belloto	7,61 Ha
			Parcelas Campo Lindo	5,43 Ha
Lomas del Valle	19,46 Ha			
Los Juanes	23,13 Ha	Ritoque	Cristo de Ritoque	14,26 Ha
			Antares	2,76 Ha

Tabla 13; Asentamientos humanos en las distintas localidades del área de influencia de cada humedal.

Existen varios motivos por los cuales los asentamientos humanos afectan a los humedales, entre ellos uno de los principales es el consumo de agua, ya que estos sectores rurales no presentan un sistema de alcantarillado por lo que

obtienen agua potable por sistema de APR (Agua Potable Rural) o pozos particulares por medio de derechos de aguas concedidos, la siguiente figura representa los sectores en donde existen estos derechos concedidos por la Dirección General de Aguas (DGA), como se observa, la mayoría de ellos y los que presentan mayor caudal permitido, se encuentran aledaños a los esteros Mantagua y Mala Cara, alimentando a las localidades de Valle Alegre, Santa Julia y Mantagua, en el humedal de Mantagua existen unos pocos permisos de bajo caudal al igual que la Desembocadura del Río Aconcagua, mientras que en Los Juanes se presentan varios permisos en el sector sur del humedal.

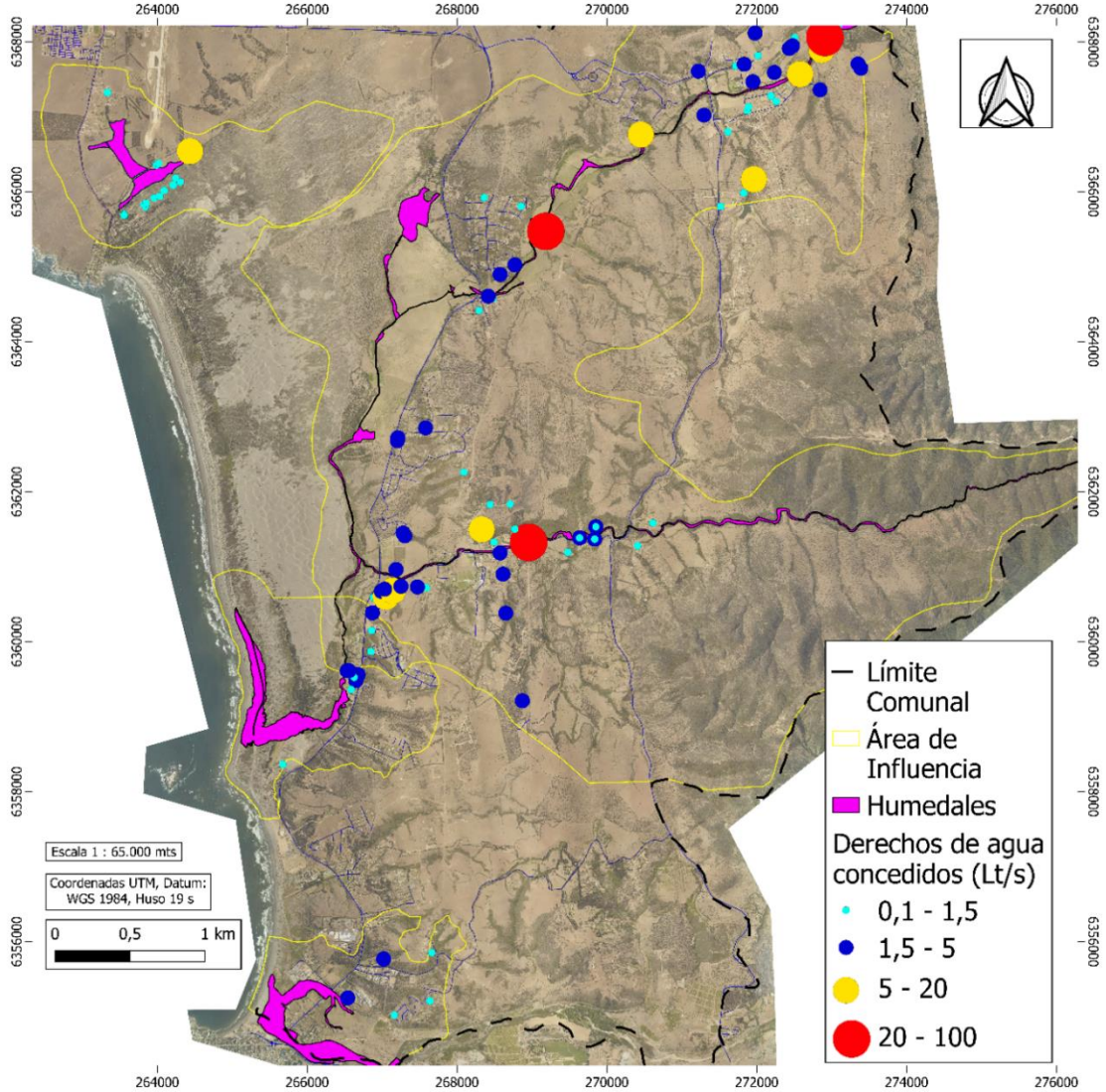


Figura 47; Ubicación de los derechos de aguas otorgados por la DGA en el área de influencia de los humedales de Quintero.

Otros factores de amenaza que traen los asentamientos humanos hacia los humedales corresponden al ingreso de animales domésticos y/o ganado, por medio de que pueden atacar a la fauna del humedal y/o generar una alteración de la vegetación por el sobrepastoreo. Esta acción sumada a los microbasurales que se genera alrededor de los asentamientos humanos no puede ser mapeada debido a que son problemáticas momentáneas, de corto plazo y que modifican su ubicación constantemente, siendo irrelevante el considerarlas para la cartografía de un plan regulador, aunque si es necesario catastrarlo, la siguiente figura muestra ocasiones de sobrepastoreo vistas durante las campañas de terreno.



Figura 48; Presencia de ganado a pocos metros de los humedales; Izquierda; Desembocadura del Río Aconcagua; Derecha; Esteros Mala Cara y Mantagua.

Finalmente, se considera el cómo los asentamientos humanos pueden fragmentar aquellos elementos clave de los ecosistemas humedales, en el caso de Quintero, se reconoció en el capítulo anterior la existencia de un bosque esclerófilo ubicado en la ladera al norte de la localidad de Santa Julia, el cual no está asociado a una quebrada, existiendo solo 4 de estos sectores en las áreas de influencia de los humedales. Actualmente, este bosque se encuentra fragmentando por el condominio Campomar IV, tal como se representa en la figura 49, en donde se pierde gran parte de la continuidad del mismo bosque y la misma construcción y ampliación que tenga el condominio en un futuro genera una tala de los árboles nativos y pérdida de la biodiversidad tanto de fauna como de vegetación.

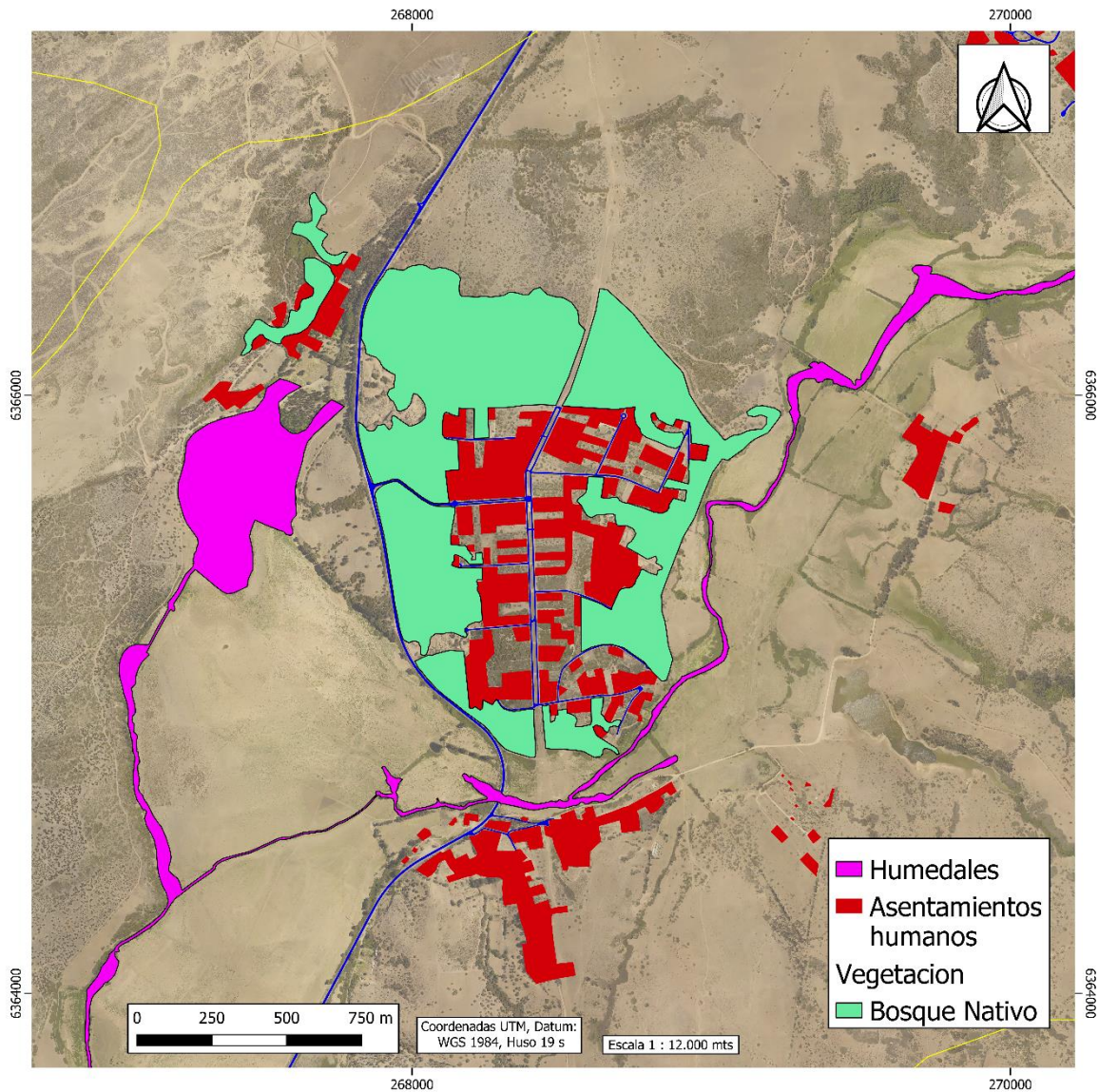


Figura 49; Caso de fragmentación del ecosistema de Bosque Esclerófilo ubicado al norte de la localidad de Santa Julia.

6.4.2 Industrias y entidades asociadas a las Fuerzas Armadas.

La comuna de Quintero se caracteriza por su alta cantidad de industrias contaminantes, existiendo 2 concentraciones de estas, la primera corresponde al barrio industrial norte, en el límite con la comuna de Puchuncavi, afectando a un humedal urbano de esa comuna. La segunda concentración se ubica en el extremo sur de Quintero, en el límite con la comuna de Concón, este se compone

de varias empresas que trabajan con la refinación de combustibles fósiles, la manufactura de sus derivados y la industria química, ubicándose en la ladera norte de la Desembocadura del Río Aconcagua. La siguiente figura representa la ubicación de cada una de las industrias dentro del área de influencia, mientras que la tabla 14 detalla las actividades de cada empresa y el cómo pueden afectar al humedal.

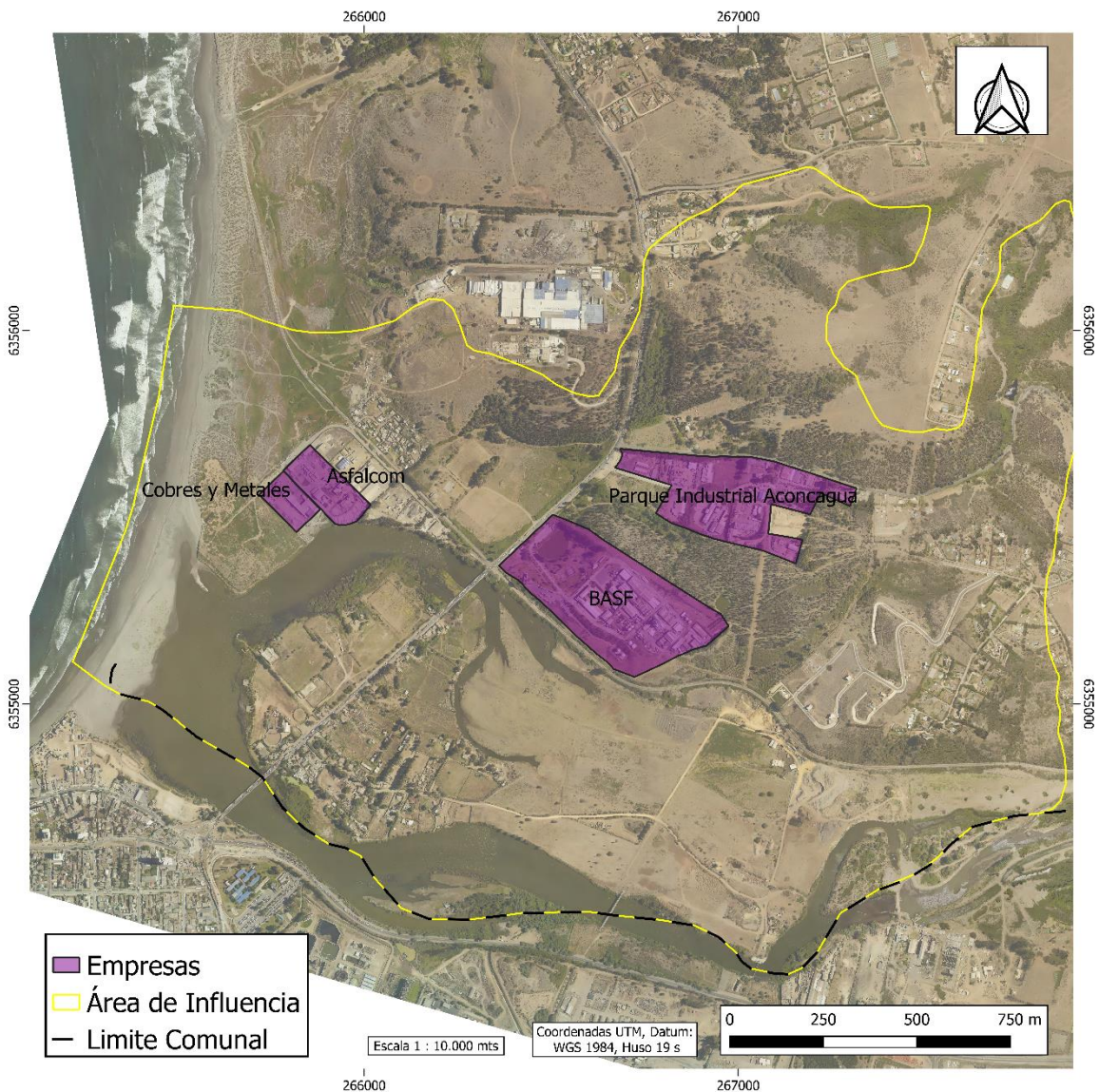


Figura 50; Empresas del sector sur de la comuna, ubicándose dentro del área de influencia de la Desembocadura del Río Aconcagua.

Nombre	Actividad Principal	Actividades peligrosas	Amenaza al humedal	Antecedentes	Estado
Cobres y Metales	Planta de recepción, almacenaje y despacho de concentrado de cobre a granel.	Almacenamiento de residuos industriales peligrosos. Almacenamiento de mineral.	Riesgo de Blevé. Contaminación de aguas superficiales. Contaminación de suelos.	No existen eventos previos de amenaza.	Activo desde el 2018.
Asfalcom	Planta de asfalto	Almacenamiento de derivados de hidrocarburos. Almacenamiento de Residuos Industriales no Peligrosos y Residuos Sólidos Domiciliarios. Almacenamiento de Combustible	Riesgo de Blevé. Contaminación de aguas superficiales. Contaminación de suelos.	No existen eventos previos de amenaza.	Activo desde el 2005.
BASF	Plantas productiva de dispersiones, resinas y saponinas.	Almacenamiento de derivados de hidrocarburos. Almacenamiento de Residuos Industriales no Peligrosos y Residuos Sólidos Domiciliarios. Almacenamiento de Residuos Industriales Peligrosos Almacenamiento de Combustible.	Riesgo de Blevé. Contaminación de aguas superficiales. Contaminación de suelos.	Denuncia por posible contaminación estero Gaviotas (2021) Denuncia por malos olores (2018)	Activo desde el 2005.
Parque Industrial Aconcagua	Astilleros Oficinas comerciales Almacenamiento de materiales de construcción	Almacenamiento de Residuos Industriales no Peligrosos y Residuos Sólidos Domiciliarios.	Riesgo de incendio	No existen eventos previos de amenaza.	No existe registro.

Tabla 14; Actividades peligrosas que pueden afectar a los humedales de cada empresa, elaborada a partir de datos obtenidos en terreno y del trabajo de Rauld (2022).

De las actividades anteriores, las amenazas asociadas a sus actividades presentan una baja posibilidad de ocurrencia, en donde no se han registrado accidentes previos, a excepción de las denuncias que presenta la empresa BASF, las cuales no confirman completamente un daño ambiental en el sector.

Por otro lado, se evidenció en terreno actividades de extracción de áridos en medio del banco de sedimentos que se forma en el humedal, existiendo pilas de sedimentos de tonalidades pardas, las cuales han sido tamizadas y separadas por tamaño, y pilas de tonalidades más oscuras, las cuales presentan un mal olor, similar al que proviene de fosas sépticas (Véase figura 51). La cantidad de material sedimentario es bastante menor, por lo que no es considerado como una amenaza del régimen sedimentológico del humedal.



Figura 51; Pilas de material ubicadas en el banco de sedimentos que se forma en el humedal, presentando aquellas con tonalidades pardas y otras con tonos oscuros.

Sobre las fuerzas armadas, en la comuna de Quintero se ubica una base aérea de la Fuerza Aérea de Chile, denominada “Regimiento de Artillería Antiaérea y Fuerzas Especiales”, ubicándose entre las localidades de Quintero y Loncura, separándolas completamente. Todos los terrenos asociados a la fuerza aérea corresponden al límite este del humedal urbano Los Juanes, siendo incluso dueños de la mitad del área bajo protección. Dentro del terreno se ubica una pista de aterrizaje de aproximadamente 3 kilómetros de largo que se encuentra a una distancia de 500 metros del polígono de protección del humedal, teniendo una baja actividad de despegues y aterrizajes, ya que es considerada como una pista

de emergencia. Esta pista afecta al humedal principalmente por la generación de ruidos asociados a los aviones, los cuales alteran a la avifauna presente, generando un desplazamiento de esta hacia otros sectores. Aunque la pista pueda ser un factor de amenaza, igualmente presenta un área buffer propia que impide la construcción de viviendas alrededor de ella y también limita la altura en la que se puede construir, dando una protección al humedal. La siguiente figura representa la ubicación de la pista aérea y las zonas de restricción que se generan a partir de ella.



Figura 52; Pista aérea de la FACH, ubicada a un costado del humedal urbano Los Juanes.

6.4.3 Turismo y actividades recreativas.

Como se ha mencionado en reiteradas ocasiones, la urbanización no ordenada es una de las dos principales amenazas que afectan a los humedales en Chile, siendo la otra la falta de precipitaciones que significa en una disminución del componente hídrico del ecosistema. Debido a que gran parte de las áreas de influencia que se definieron para cada humedal se encuentran en una zona de extensión urbana con características de una zona rural, estas no cuentan con sistemas de alcantarillado, por lo que en su mayoría se alimentan por sistemas de Agua Potable Rural (APR) o por derechos de agua otorgados por la DGA.

En las localidades de Mantagua y Santa Adela, por donde pasan los esteros, se encuentran y desembocan en el humedal Mantagua, se concentra una gran cantidad de recintos dedicados al turismo y las actividades recreativas, como zonas de camping, resorts, cabañas y/o centros deportivos, cada uno de ellos presenta un gran consumo de agua para el uso de piscinas o el riego de césped. Como se representa en la figura 53, existen al menos 13 recintos dedicados a este rubro, sin contar aquellas piscinas ubicadas en viviendas privadas, abarcando un aproximado de 47,3 hectáreas, ubicándose algunas a un costado del área de protección de los humedales e incluso una se encuentra sobre el área de protección.

Existen otras actividades recreativas y turísticas que corresponden a acciones que no son compatibles con la protección y la conservación de los humedales, pero éstas al ser acciones y no estar ligadas a un lugar físico en concreto, no pueden ser mapeadas y, por lo tanto, no podrían ser tomadas en cuenta para la zonificación de usos de suelo, aunque igualmente son mencionadas y descritas, ya que corresponden a amenazas latentes que afectan a los humedales, sobre todo a los humedales Mantagua y Desembocadura del Río Aconcagua, porque estos son los que presentan un mayor atractivo para las personas debido a sus

condiciones físicas, permitiendo el ingreso de familias con animales, vehículos motorizados, actividades acuáticas y aéreas e incluso acampar en ellos.

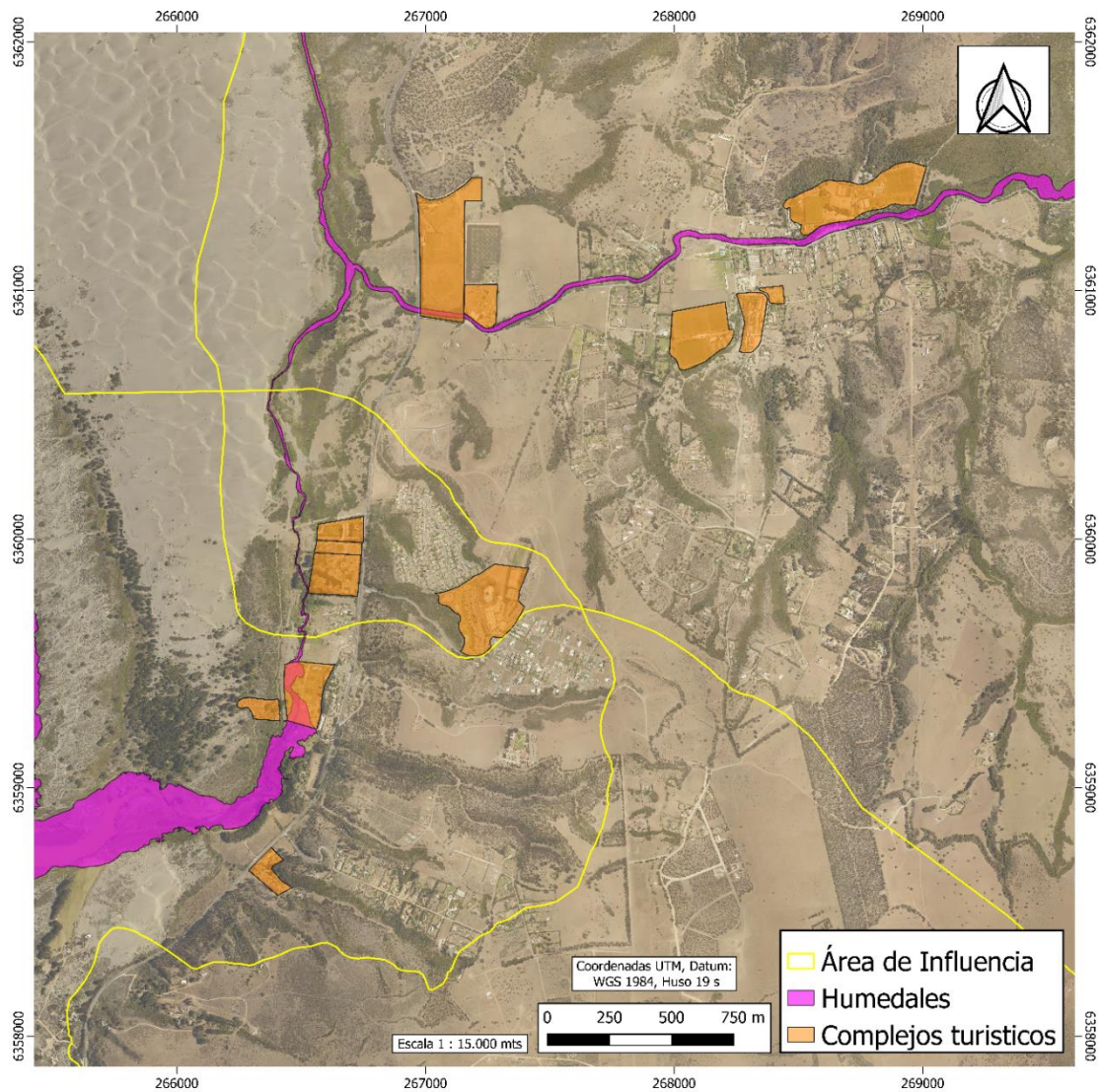


Figura 53; Recintos turísticos o recreativos en las áreas de influencia de los humedales.

En su mayoría, estas amenazas corresponden a actividades recreativas dentro del área de protección del humedal, generando alteraciones a los distintos componentes de este ecosistema, entre ellas se destaca el ingreso de grupos numerosos a los humedales, acercándose a las áreas de nidificación, no respetando los senderos designados, ingresando con animales domésticos e incluso generando zonas de camping, en donde se realizan fogatas, ruidos molestos y se generan microbasurales. Esto indica una clara falta de educación

ambiental sobre las buenas prácticas para visitas los humedales, ya que en su mayoría no son acciones que la gente realice para generar un daño, sino que el daño se genera por ignorancia.

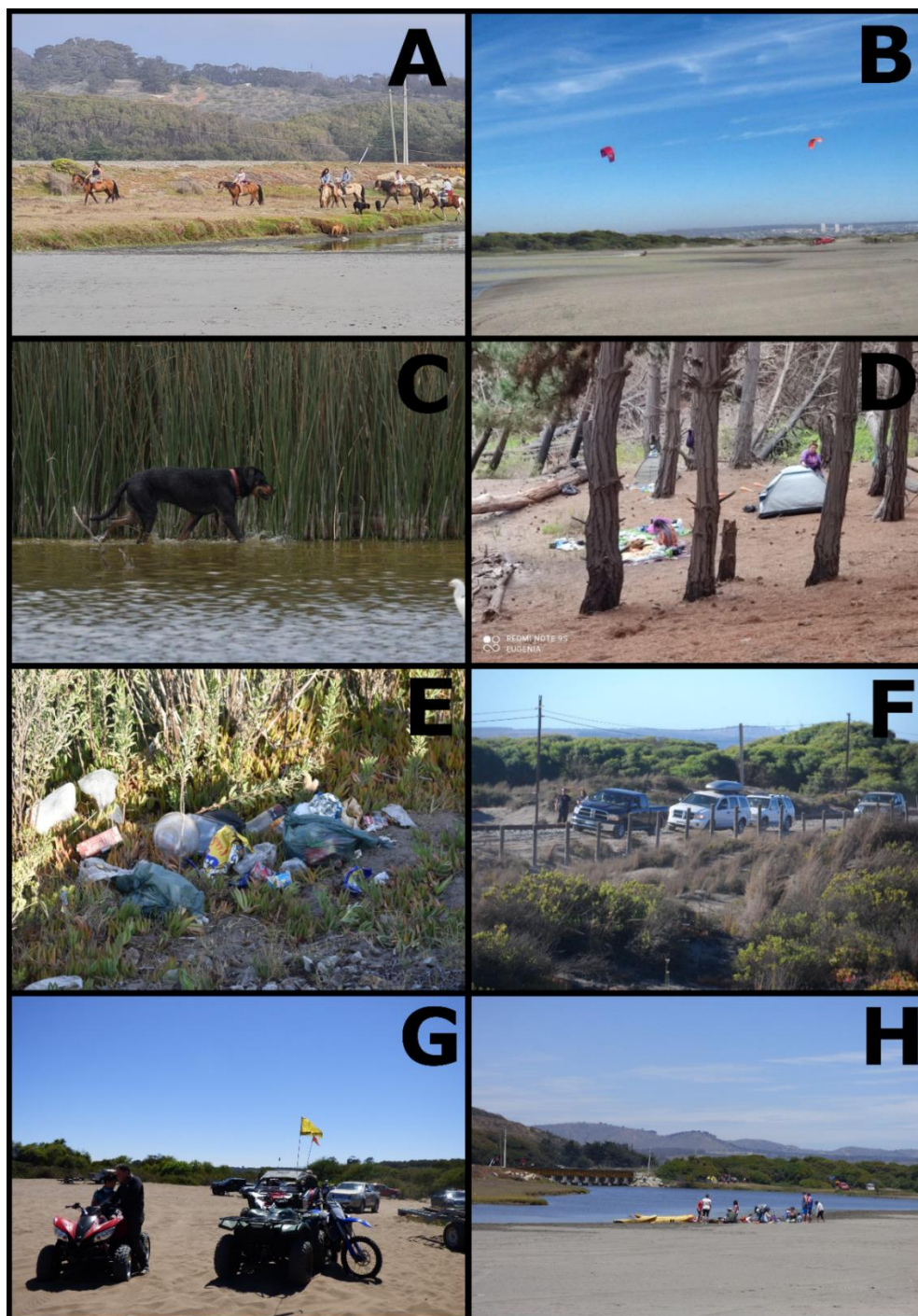


Figura 54; Actividades recreativas que suponen una amenaza para los humedales; A: Cabalgatas; B: Vuelos de parapente sobre el humedal; C: Ingreso de animales domésticos; D: Zonas de camping dentro del humedal; E: Generación de microbasurales asociados a las zonas de camping; F: Ingreso de vehículos motorizados; G: Tránsito de vehículos motorizados en los sectores dunarios; H: Deportes acuáticos en el cuerpo de agua del humedal.

Caso contrario son las actividades recreativas asociadas a los deportes, como el ingreso de vehículos motorizados a los sectores costeros, dunarios e incluso el mismo humedal, ahuyentando a la fauna, destruyendo nidos, aplastando vegetación y provocando excesos de ruido. En el caso de los deportes acuáticos y aéreos, estos molestan a la avifauna local, generando un rechazo a que estas generen sus nidos en estos sectores. La figura 54 representa un conjunto de actividades que son realizadas habitualmente en el humedal de Mantagua, los cuales han sido registradas tanto en terreno como por los vecinos y cuidadores del humedal. Como se ha observado, cada humedal presenta características que lo diferencian del resto y, por lo tanto, sus amenazas son diferentes, siendo los Juanes y los esteros Mantagua y Mala Cara afectados principalmente por la urbanización y las consecuencias que esta trae, mientras que Mantagua y la Desembocadura del Río Aconcagua son afectados principalmente por las actividades turísticas y recreativas, con todas las implicancias que estas traen, la siguiente tabla resume las amenazas bajo las que se encuentra cada humedal en la comuna.

Amenaza/Humedal	Los Juanes	Esteros Mala Cara y Mantagua	Mantagua	Desembocadura del Río Aconcagua
Urbanización				
Urbanización irregular				
Fragmentación de ecosistemas				
Industrias				
Aeródromos				
Complejos turísticos				
Actividades recreativas no motorizadas				
Actividades recreativas motorizadas				

Tabla 15; Principales amenazas que afectan a los humedal urbanos de la comuna, destacándose la urbanización y las actividades recreativas y turísticas.

6.5 Usos de suelos predeterminados por normativa.

De los insumos obtenidos a partir del “Estudio de Riesgo y Protección Ambiental para la actualización del Plan Regulador Comunal de Quintero” (ERPA) (Rauld *et al.*, 2022) se obtuvo las áreas que presentan algún tipo de restricción de constructibilidad debido a las características morfoestructurales del territorio, las edificaciones consideradas como infraestructura crítica y el desarrollo industrial que ha tenido la comuna, cada una de ellas definidas y descritas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (O.G.U.C).

6.5.1 Áreas de protección de valor natural.

Las áreas de valor natural que se encuentran en Quintero representan a aquellos sectores que presentan alguna protección legal debido a sus características ecosistémicas, encontrándose Humedales Urbanos y los Santuarios de la Naturaleza, aunque este último no se encuentra dentro del área de influencia a zonificar. La siguiente tabla resume las zonas de protección de valor natural que se presentan en las áreas de influencia de cada humedal, en las que se encuentran las áreas definidas como humedal urbano o en proceso de ser declarado.

Nombre	Cuerpo legal	Tipo	Estado	Tamaño	Cartografía
Humedal urbano Los Juanes	Resolución N.º 1366, MMA, 3 de diciembre del 2021.	Humedal urbano	Declarado	27,7 Ha	Figura N.º 8
Humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua	Resolución N.º223, MMA, 3 de marzo del 2022	Humedal urbano	Declarado	56,6 Ha	Figura N.º 8
Humedal Mantagua	Resolución Exenta N.º22, MMA, 14 de diciembre del 2021	Humedal urbano	En proceso	57 Ha	Figura N.º 8
Red de humedales Esteros Mala Cara y Mantagua	Resolución Exenta N.º5, MMA, 28 de enero del 2022	Humedal urbano	En proceso	88 Ha	Figura N.º 8

Tabla 16; Áreas de protección de valor natural definidas en el ERPA.

6.5.2 Áreas de riesgo natural.

Las áreas de riesgo natural que se pueden encontrar en Quintero corresponden a;

- Zonas inundables o potencialmente inundables, sean estas por tsunami, anegamiento o desborde de cauce (Véase Anexo 42).
- Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosión acentuada, sean estas por procesos de laderas, flujos de detritos o erosión (Véase Anexo 43).
- Zonas propensas a procesos de licuefacción (Véase Anexo 44).

6.5.3 Áreas de riesgo antrópico.

Los riesgos antrópicos que se encuentran en la comuna de Quintero se asocian a las empresas que se ubican en los barrios industriales norte y sur, y corresponderían a los siguientes 2;

- Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana, sean estas por el caso catastrófico de bleve. (Véase Anexo 45).
- Suelos con potencial presencia de contaminantes (Véase Anexo 46).

6.5.4 Zonas no edificables

Las zonas no edificables que se encuentran en la comuna de Quintero se asocian en su mayoría al barrio industrial norte, ya sea para el movimiento y/o transporte de petróleo, gas, energía eléctrica, minerales o productos de la refinación del cobre hacia las distintas refinerías, centrales eléctricas o centros de distribución. Por otro lado, al existir un aeródromo de la Fuerza Aérea de Chile, existe una restricción de constructibilidad en altura en los sectores aledaños, generando franjas y conos de restricción área. Se identifican en la comuna las siguientes zonas no edificables;

Nombre	Tipo	Cuerpo legal	Tipo de restricción	Cartografía
Oleoducto	Infraestructura energética	Decreto Supremo N.º 160 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, 2008	Franja de restricción de constructibilidad de 10 metros de ancho alrededor de los ductos.	Anexo 47
Gaseoducto				
Vía férrea	Trazado de ferrocarril	Ley General de Ferrocarriles, Decreto Supremo N.º 1.157 del Ministerio de Fomento, 1931	Franja de restricción de constructibilidad de 10 metros alrededor de las vías férreas.	Anexo 47
Protección aérea	Aeródromo	Ley N.º 18.916, Ministerio de Justicia, año 1900.	Áreas de restricción definidas en el Decreto N.º 137 del Ministerio de Defensa, 3 de agosto del 2005 (Véase anexo 48).	Anexo 47
Línea de alta tensión	Infraestructura energética	Decreto con Fuerza de Ley N.º 1 del Ministerio de Minería, 1982 Reglamento SEC NSEG 5En.71, "Instalaciones de Corrientes Fuertes"	Faja no edificable bajo los tendidos eléctricos	Anexo 47

Tabla 17; Zonas no edificables definidas en el ERPA.

6.6 Propuesta de usos de suelo

A continuación se presenta la propuesta completa de usos de suelo para las zonas definidas como "áreas de influencia" de cada uno de los humedales urbanos de la comuna, la que será designada como el área de planificación de esta propuesta.

El área de planificación se compone de 2 polígonos, uno norte que abarca el sector de Ritoque con el humedal urbano Los Juanes y los sectores rurales asociados a los esteros Mala Cara y Mantagua junto con su desembocadura denominada humedal Mantagua, anexando las localidades de Valle Alegre, Santa Julia, Santa Adela, Mantagua y San Ramón, alcanzando un tamaño aproximado de 7.404 hectáreas aproximadamente.

Por otro lado, el polígono sur es considerablemente más pequeño, alcanzando un aproximado de 345 hectáreas, las cuales se componen de la Desembocadura del Río Aconcagua, siendo limitado en el sur por la comuna de Concón y anexando

algunas quebradas pertenecientes a la localidad de Las Gaviotas. Ambos polígonos suman un aproximado de 7.749 hectáreas, las cuales presentan diferentes zonas de desarrollo basado en los 6 tipos de usos suelos definidos por la O.G.U.C., los cuales son detallados en el plano de zonificación anexo a este trabajo (Véase anexo 50) y en la figura 55. La siguiente tabla resume las distintas clasificaciones que se han dado cada sector, indicando su tipología y tamaño. Para mayor detalles de las normas urbanísticas de todas estas áreas, véase el anexo 49, en donde se encuentra la ordenanza de usos de suelos de la propuesta.

Uso de suelo	Nombre	Sigla	Tamaño
Residencial	Zona Residencial I	ZU1	343 Ha
	Zona Residencial II	ZU2	1.808 Ha
	Zona Residencial III	ZU3	1.205 Ha
	Zona Residencial IV	ZU4	544 Ha
Residencial /Equipamiento	Zona Urbana Residencial Mixta I	ZUM1	41 Ha
	Zona Urbana Residencial Mixta II	ZUM2	196 Ha
Equipamiento	Zona de Equipamiento Deportivo	ZED	2 Ha
	Zona de Equipamiento Educativo	ZEE	51 Ha
Productivo	Zona Productiva Inofensiva	ZPI	90 Ha
	Zona Productiva Peligrosa	ZPP	8 Ha
Infraestructura	Zona de Infraestructura Aeroportuaria	ZIA	58 Ha
	Zona de Infraestructura Sanitaria	ZIS	4 Ha
Espacios públicos	Sistema Vial Ruta F30E	F30E	35 Ha
	Sistema Vial Ruta F190	F190	41 Ha
	Sistema Vial Ruta F216	F216	3 Ha
	Sistema Vial Ruta F218	F218	5 Ha
	Sistema Vial Ruta F232	F232	7 Ha
	Sistema Vial Ruta F240	F240	3 Ha
	Borde Costero	ZPBC	86 Ha
Área Verde	Área Verde	AV	1.876 Ha
	Humedal Urbano	HU	200 Ha
	Seccional Amereida	SA	139 Ha
	Parque Intercomunal	PI	960 Ha
		Total:	7.749 Ha

Tabla 18; Distintos usos de suelos que se proponen para el área de planificación.

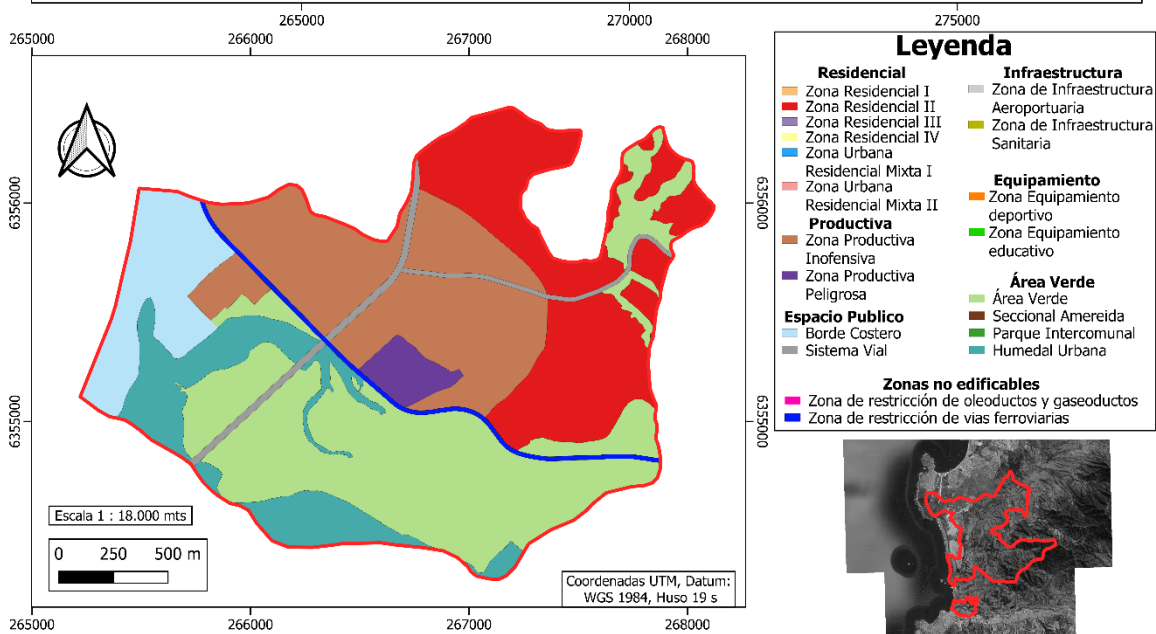
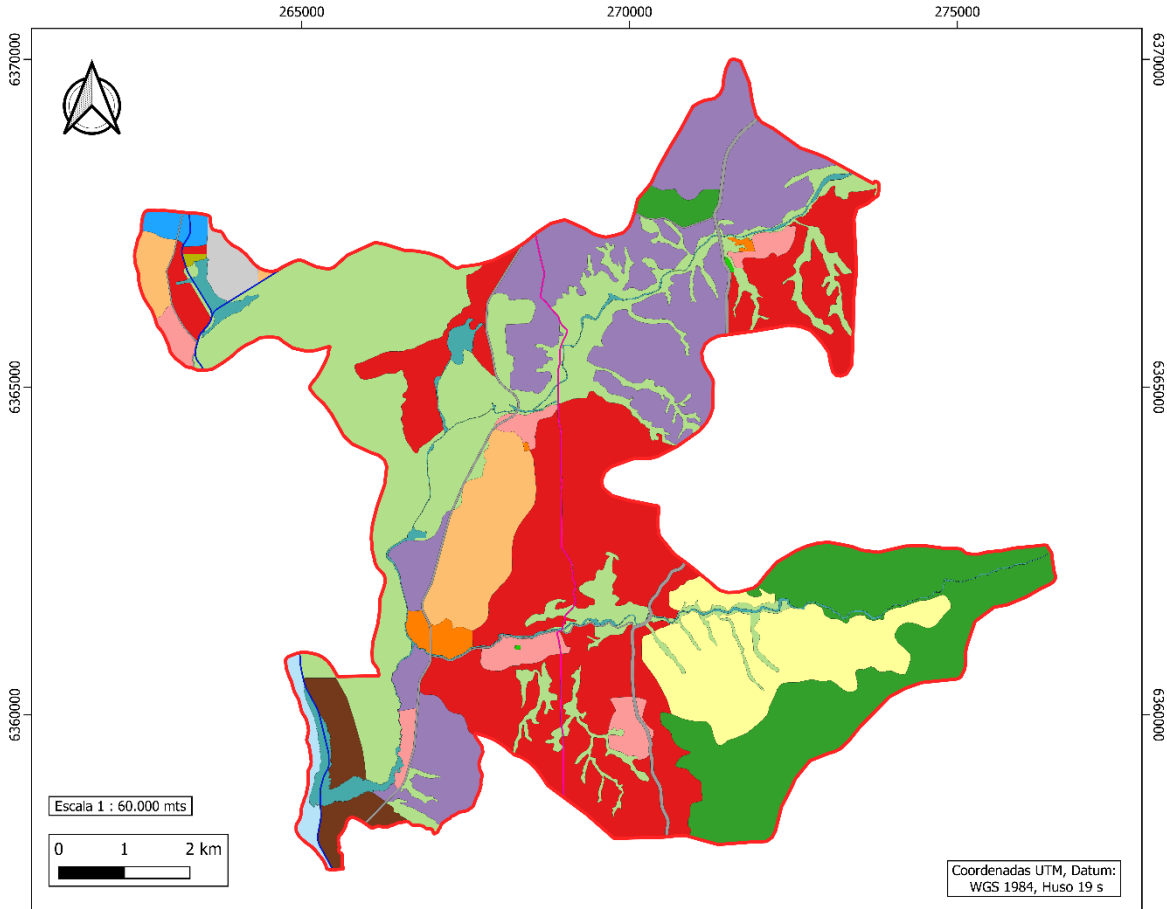


Figura 55; Usos de suelos definidos para el área de planificación, la imagen superior corresponde al polígono norte, mientras que la imagen inferior pertenece al polígono sur.

6.6.1 Uso Residencial

Corresponden a las zonas destinadas principalmente al uso de viviendas para la población, lugares de acogida y hospedajes, se definen seis zonas para este tipo de uso de suelo (Véase figura 56), siendo cuatro de ellas de uso exclusivo residencial, mientras que las dos restantes comparten uso con equipamientos que puedan dar apoyo a las distintas comunidades.

Zona Urbana Residencial Mixta I: Se define como una zona de alta densidad poblacional, con características propias de un área urbana del sector peninsular de Quintero, ya que corresponde al sector sur de este y es por donde se prevé el mayor crecimiento población de la comuna, por lo mismo es que comparte características de equipamiento, los cuales son necesarios para el desarrollo de estos sectores altamente urbanizables, con la incorporación de comercio, centros educacionales, religiosos, deportivos, etc.

Zona Urbana Residencial Mixta II: Se define como una zona de alta densidad poblacional que se encuentra inmersa en varios sectores, que aunque sean definidos como áreas urbanas, presentan mayores afinidades con las áreas rurales. Corresponden a las localidades de Ritoque, Valle Alegre, Santa Julia, Santa Adela, San Ramon y Mantagua, los polígonos se han definido en base a las aglomeraciones de viviendas que llevan décadas en estos sectores, los cuales presentan un agrupamiento mayor entre ellos y menores tamaños de subdivisión predial mínima. Debido a ser los centros urbanos de estas localidades, requieren la necesidad de implementar equipamientos que apoyen el diario vivir de la comunidad, como colegios, sectores deportivos, recreacionales y comercios.

Zona Residencial I: Se define como una zona de densidad media alta en la cual está proyectado el mayor crecimiento de la comuna, presentando 2 sectores en concreto, primero el sector de Ritoque, en donde se espera que en varios años el sector de Quintero península se una con la localidad de Ritoque, este polígono se ha definido en base a las redes hidrográficas, de tal forma que afecten en menor

medida al humedal Los Juanes, el segundo sector corresponde a la ladera ubicada al este de la ruta F-30E, entre las localidades de Mantagua y Santa Julia, en donde se encuentran varios condominios y parcelaciones vigentes, en base a la topografía del sector, la intervención de estas zonas afecta en menor medida al estero Mala Cara, y las quebradas naturales en donde se ubican las especies características del bosque esclerófilo se encuentran protegidas debido a sus pendientes, siendo clasificadas como áreas de riesgo por procesos de ladera.

Zona Residencial II: Este sector fue definido como un área de densidad media baja, se ubica principalmente en las laderas con pendientes pequeñas de la comuna o en sectores muy cercanos a los humedales, permitiendo un desarrollo urbano, pero en concentraciones adecuadas para los entornos naturales. Dentro de los polígonos con estas características se encuentra el sector oeste del humedal Los Juanes, el cual es separado por un área verde que actúa como un buffer o zona de amortiguación de 50 metros, las laderas al norte y sur del estero Mantagua, la zona sur de Valle Alegre, las laderas ubicadas al noreste de la desembocadura del río Aconcagua y un sector remanente ubicado entre el campo dunar y el estero Mala Cara.

Zona Residencial III: Sector definido como un área de baja densidad, en donde se encuentran aquellos componentes de alto interés para la protección de los humedales, se reconocen 2 sectores en el área de planificación, las planicies laterales del estero Mala Cara, las cuales se extienden desde Valle Alegre hasta Santa Julia. El segundo sector corresponde a la ladera este del humedal de Mantagua junto con su zona norte por donde viene el estero.

Zona Residencial IV: Corresponde a una zona de muy baja densidad poblacional, esta se encuentra únicamente en las laderas bajas del cerro Mauco, en donde las condiciones topográficas no permiten una mayor urbanización y debido a su cercanía con el cerro Mauco y el nacimiento del estero Mantagua, los cuales son

consideradas áreas de alto valor natural, es necesario disminuir la urbanización a niveles óptimos con estos ecosistemas.

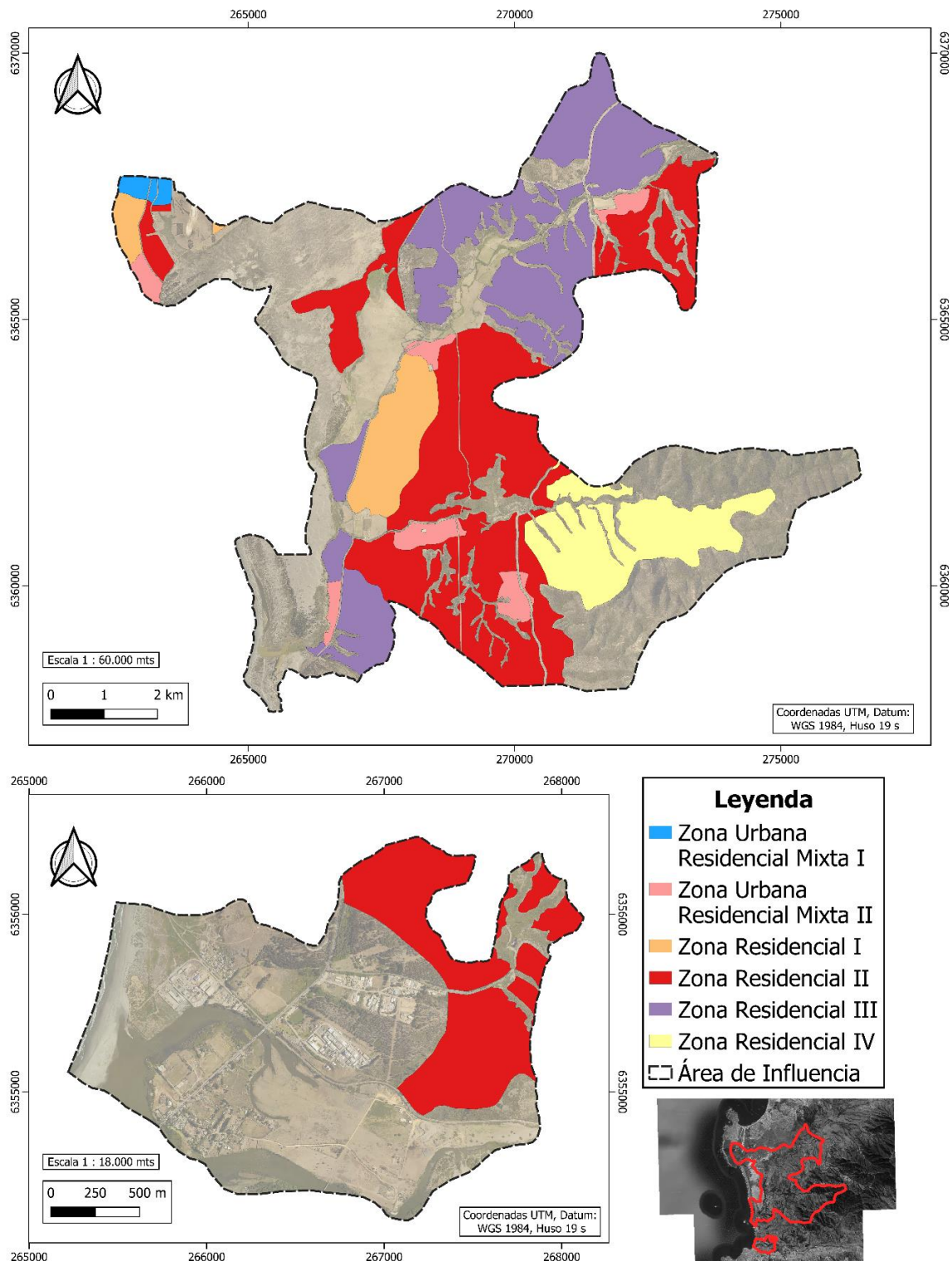


Figura 56; Usos de suelos de tipo residencial definidos para el área de planificación, la imagen superior corresponde al polígono norte, mientras que la imagen inferior pertenece al polígono sur.

6.6.2 Equipamiento Comunal

Corresponden a las zonas destinadas principalmente al uso de equipamientos que presten servicios a la comunidad, se compone de un sector exclusivo para equipamientos deportivos y otro exclusivo para equipamientos educativos, además de compartir uso de suelo con 2 áreas residenciales (Véase Figura 57).

Zona de Equipamiento Deportivo: Corresponde a sectores en donde se permite un uso exclusivo para actividades deportivas, como gimnasios, canchas o parques para bicicletas, skates u otros deportes, ubicándose en las localidades de Valle Alegre, Santa Julia y Mantagua.

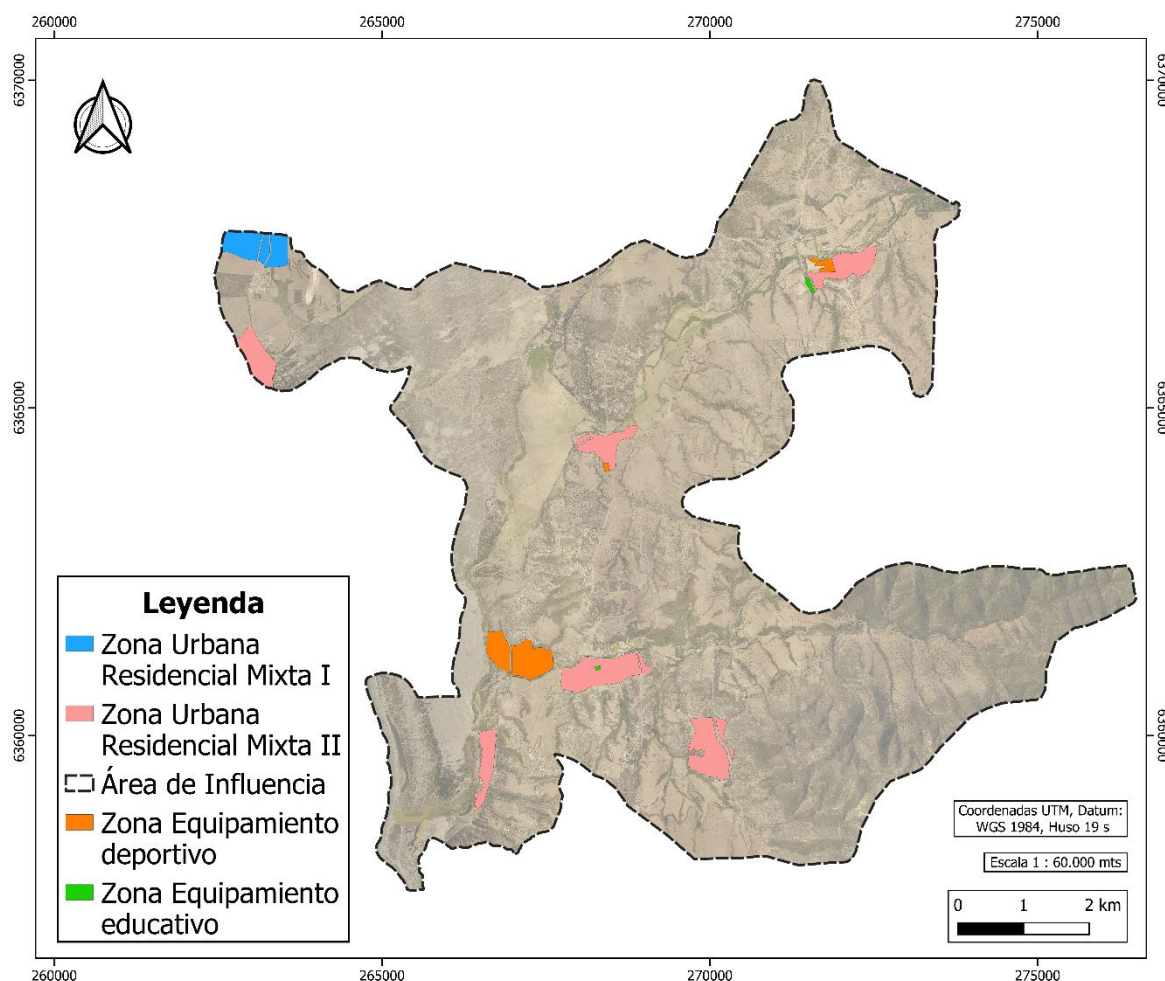


Figura 57; Usos de suelos de tipo equipamiento, definidos para el área de planificación, encontrándose exclusivamente en el polígono norte.

Zona de Equipamiento Educativo: Corresponde a sectores en donde se permite un uso exclusivo para infraestructura educaciones, como colegios o jardines infantiles, ubicándose en las localidades de Valle Alegre y Mantagua, en donde actualmente se encuentran 2 establecimientos educaciones.

6.6.3 Actividades Productivas

Corresponden a las zonas destinadas principalmente al uso de actividades del sector productivo, como bodegas, industriales, servicios agrícolas, mineros o ganaderos, en el área de influencia se ubican en el barrio industrial sur de la comuna, permitiendo 2 tipos de usos basados en el grado de peligro de contaminación que estos presenten, tratando de encapsular aquellos que sean de mayor riesgo para el río Aconcagua y su entorno (Véase figura 58).

Zona Productiva Inofensiva: Corresponde a sectores en donde se permite un uso exclusivo para actividades productivas que no generen un menoscabo a la calidad de los ecosistemas aledaños, especialmente al humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua, dentro de estas se pueden encontrar bodegas o centros de acopios de materiales no peligrosos, oficinas comerciales, generación de energías renovables, etc. El área corresponde al sector norte del Río Aconcagua, el cual no puede ser habitado debido al riesgo que traen consigo las empresas de ese sector, como también los riesgos de inundaciones asociados al río y al litoral costero.

Zona Productiva Peligrosa: Corresponde a sectores en donde se permite un uso para actividades productivas que se clasifiquen como peligrosas, siendo un área encapsulada para una empresa de químicos que se ubica en la rivera norte del río Aconcagua, lo que no permitiría el crecimiento de esta área.

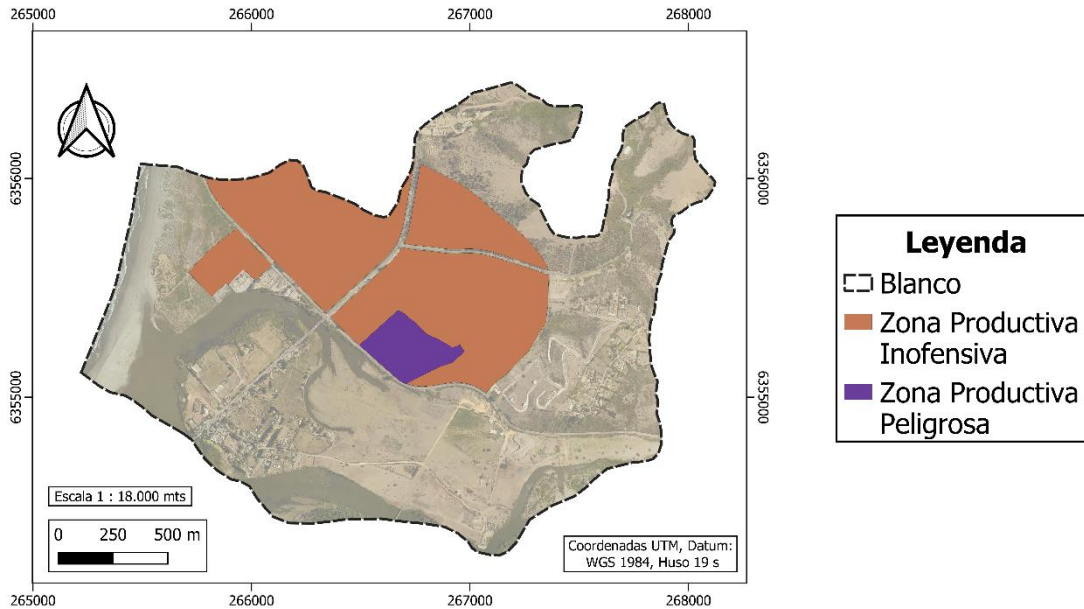


Figura 58; Usos de suelos de tipo productivo, definidos para el área de planificación, encontrándose exclusivamente en el polígono sur.

6.6.4 Infraestructura Comunal

Corresponden a las zonas destinadas principalmente al uso de infraestructura vitales para el desarrollo del país como de las comunidades, en donde se pueden encontrar infraestructuras energéticas, de transporte o sanitaria. En el caso del área de planificación, corresponderían a una zona de infraestructura sanitaria y al sector del aeródromo de la Fuerza Aérea de Chile. (Véase Figura 59).

Zona de Infraestructura Aeroportuaria: Corresponde al área perteneciente a la Fuerza Aérea de Chile, en su “Regimiento de Artillería Antiaérea y Fuerzas Especiales” ubicando entre la localidad de Quintero y Loncura, en donde se incluye la pista de aterrizaje, sus instalaciones y radioayudas.

Zona de Infraestructura Sanitaria: Corresponde a un sector ubicado al norte del Humedal Los Juanes, el cual es planificado con el objetivo de preparar un futuro proyecto de una planta de tratamiento primario para aguas lluvias y grises, de tal

modo de que estas sean evacuadas hacia el humedal, permitiendo aumentar su matriz hídrica y evitar su desaparición.

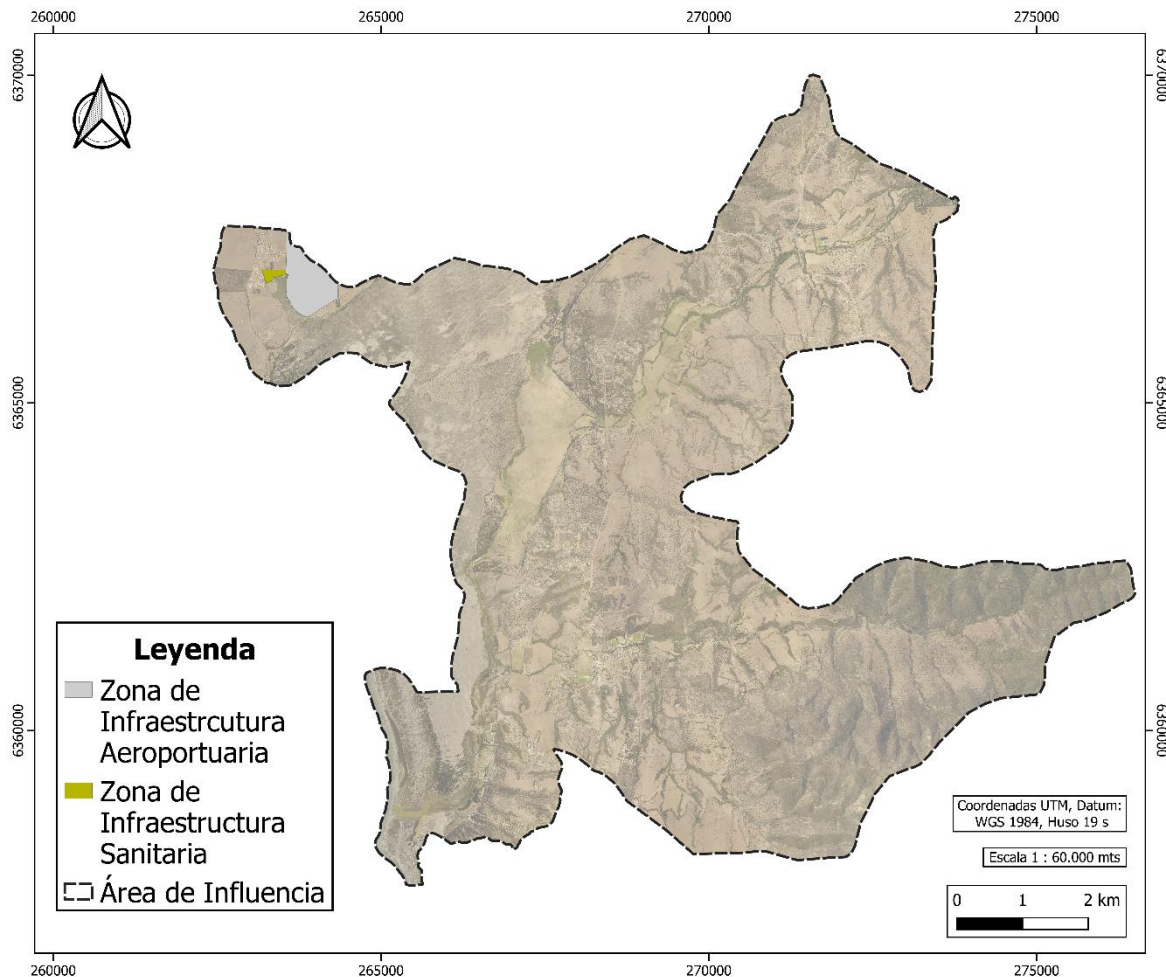


Figura 59; Usos de suelos de tipo Infraestructura definidos para el área de planificación, encontrándose exclusivamente en el polígono norte.

6.6.5 Espacios Públicos

Corresponden a los bienes nacionales de uso público que estén destinados para la circulación vial y peatonal, como también para el esparcimiento, dentro de ellos se encuentran los parques, áreas verdes públicas, carreteras, calles, pasajes, veredas y el borde costero. En el caso del área de planificación, esta al encontrarse lejos del área urbana de la comuna, no presenta parques ni áreas verdes públicas, por lo que solo corresponden a las carreteras de concesión del

Ministerio de Obras Públicas y al sector de protección del borde costero de la comuna.

Sistema Vial: Corresponde a las franjas proyectadas por el Ministerio de Obras Públicas para cada una de las carreteras que cruzan la comuna, en total se encuentran 6 en el área de planificación, teniendo algunas varios tramos distintos, la siguiente tabla resume cada una de las distintas rutas, con sus correspondientes tramos y anchos oficiales.

Ruta	Código vía (Premval)	Tramo		Ancho entre líneas oficiales
		Desde	Hasta	
F30E	VT1q	Límite del área de planificación, extremo norte polígono norte.	Límite del área de planificación, extremo sur polígono norte.	30 Mt.
		Límite del área de planificación, extremo norte polígono sur.	Límite del área de planificación, extremo sur polígono sur.	
F190	VE-1q	Límite del área de planificación, extremo noreste polígono norte.	Límite del área de planificación, sector sur de Valle Alegre.	50 Mt.
		Límite del área de planificación, sector norte de Mantagua.	Límite del área de planificación, sector sur de San Ramon.	
F216	VT-6q	Límite del área de planificación, sector oeste de Valle Alegre.	Intersección con la ruta F190.	20 Mt.
F218	VT-3q	Límite del área de planificación, sector sur de Quintero Península.	Límite del área de planificación, sector norte de Ritoque.	20 Mt.
F232	VT-10q	Intersección con la ruta F30E.	Intersección con la ruta F190.	20 Mt.
F240	VT-1q	Intersección con la ruta F30E.	Límite del área de planificación, sector Las Gaviotas.	30 Mt.

Tabla 19; Rutas que forman parte del sistema vial del área de planificación.

Borde Costero: Corresponde al bien nacional de uso público asociado a las zonas litorales o borde costero de la comuna, la cual presenta una zona de protección conforme al artículo 1.1.2. de la O.G.U.C., en el área de planificación se presenta en el polígono norte, en todo el sector de playa al oeste del campo dunar, limitando con esta área verde. En el polígono sur se encuentra en el sector de playa en el cual se encuentra la desembocadura del Río Aconcagua, estando limitado por el humedal urbano y por la Zona Productiva Inofensiva.

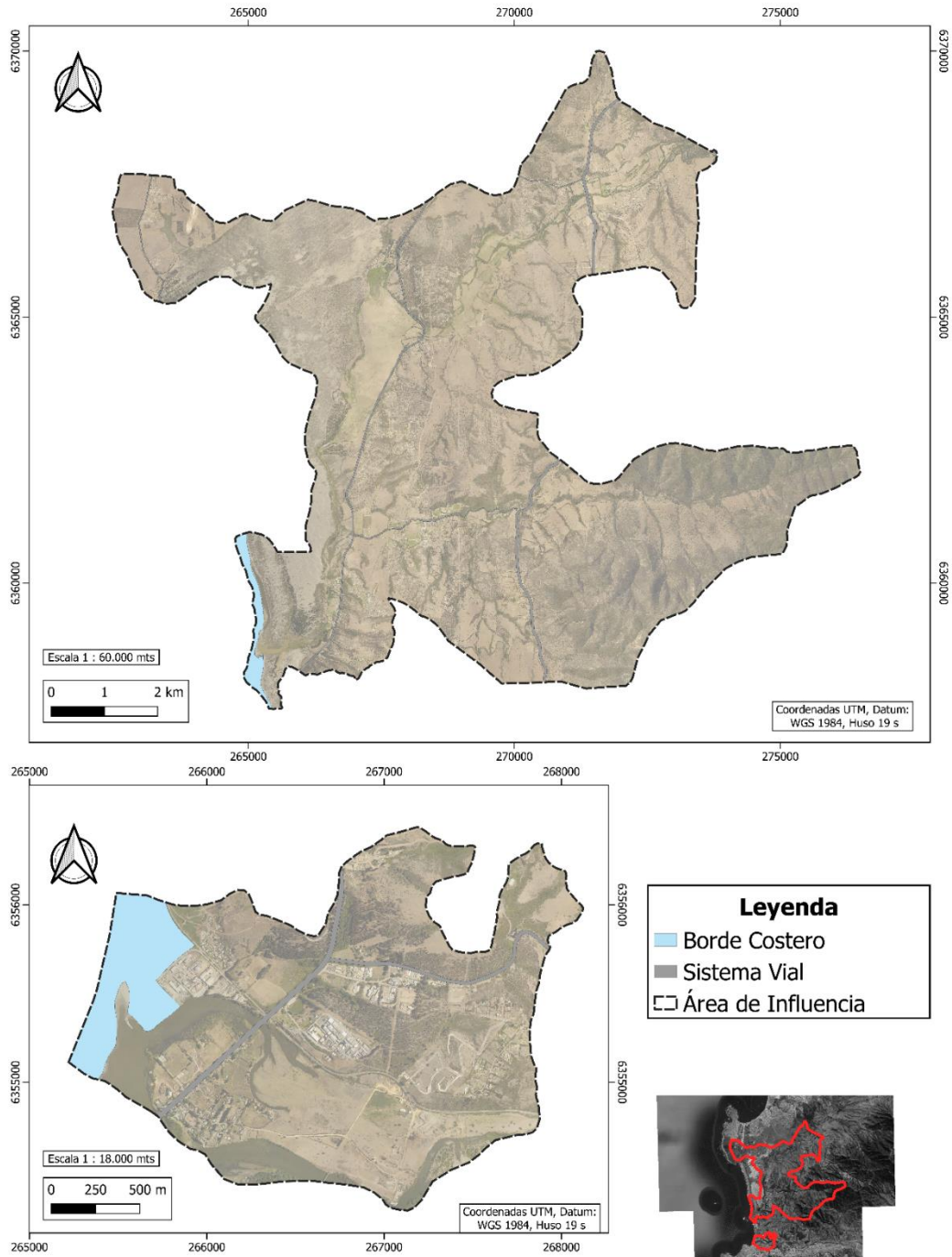


Figura 60; Usos de suelos de Espacio Público definidos para el área de planificación, la imagen superior corresponde al polígono norte, mientras que la imagen inferior pertenece al polígono sur.

6.6.6 Áreas Verdes

Corresponden a aquellos sectores destinados al esparcimiento, por medio de áreas libres, ya sean estos parques, plazas o sectores naturales como cerros y

quebradas, en ellos igualmente se incluyen aquellas áreas de protección de valor natural, como lo son los humedales urbanos. En el área de planificación se encuentra un gran polígono de áreas verdes que se asocian a las riberas de los esteros y el campo dunar de Ritoque, además se incluye la presencia de 2 parques intercomunales, 4 humedales urbanos y un seccional especializado para el esparcimiento y recreación.

Área Verde: Corresponde a sectores de entornos naturales presentes en el área de planificación, siendo estos el campo dunar de Ritoque, el cual es zonificado por el riesgo de suelos erodables, las riberas de los esteros, las cuales son delimitadas por los riesgos de inundación y la topografía de las terrazas fluviales que se han formado con el paso del tiempo, las quebradas naturales que presentan algún tipo de vegetación arbórea característica del bosque esclerófilo y algunos pequeños sectores que actúan como buffer de protección para los humedales urbanos Los Juanes y Desembocadura del Río Aconcagua.

Humedal Urbano: Corresponden a los polígonos de protección designados por el Ministerio de Medio Ambiente en base al proceso de reconocimiento según dicta la ley N.º 21.202. En el área de planificación se encuentran 4 de estos, siendo el principal objeto de protección de todo este trabajo.

Parque Intercomunal: Corresponden a áreas verdes de tipo parque que se encuentran inmersas en un ecosistema más amplio, el cual se extiende más allá del área de planificación y el límite comunal, en el área de planificación se encuentran 2, el primero se encuentra en el extremo norte del polígono norte, limitando con la comuna de Puchuncavi, este parque presenta características de un bosque esclerófilo relicto, el cual no ha sido intervenido, su delimitación fue trasladada desde la zonificación del PREMVAL, compartiendo las mismas características. El segundo se ubica en el extremo este del polígono norte, siendo parte del bosque esclerófilo del cerro Mauco, compartiendo en el límite con las comunas de Puchuncavi y Quillota.

Seccional Amereida: Corresponde a un “Parque Costero Cultural y Recreación” definido como un seccional especial en el PREMVAL, este polígono se encuentra inmerso en el humedal de Mantagua, incluyendo su rivera norte y sur, además de las quebradas que se encuentran en las laderas del este del humedal.

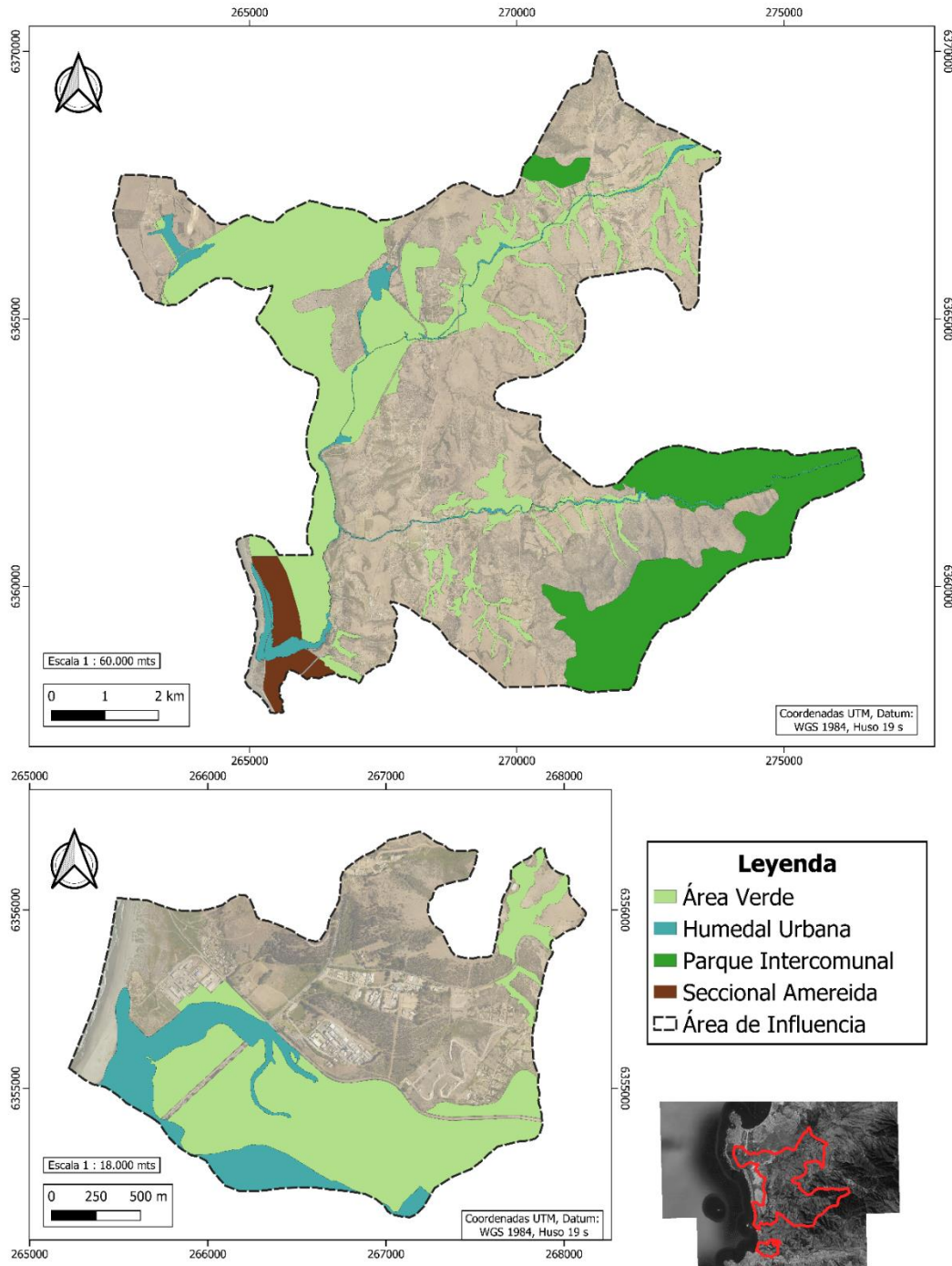


Figura 61; Usos de suelos de tipo área verde, definidos para el área de planificación, la imagen superior corresponde al polígono norte, mientras que la imagen inferior pertenece al polígono sur.

6.7 Comparación entre la planificación territorial actual y esta propuesta de zonificación.

Actualmente, Quintero presenta 2 instrumentos de planificación territorial, el primero corresponde al Plan Regulador Comunal (PRC) del año 1984, el cual solo incluye el área urbana de la comuna, es decir, el sector denominado como Quintero península, por lo que no afectaría al área de planificación de esta propuesta, aunque debido a su antigüedad, se considera un instrumento obsoleto que debe ser actualizado por el municipio.

El segundo instrumento de planificación corresponde al Plan Metropolitano de Valparaíso (PREMVAL), el cual modifica gran parte de los sectores rurales de Quintero, transformándolos en zonas de extensión urbana. Este plan es a nivel intercomunal, incluyendo varias comunas de la provincia de Valparaíso, desde Casablanca hasta Puchuncavi, abarcando un aproximado de 247.000 hectáreas completas. Quintero presenta un tamaño total de 14.800 Ha aproximadamente, de las cuales 900 son normadas por el PRC, 10.352 normadas por el PREMVAL y las restantes no presentan ningún tipo de instrumento de planificación asociado, por lo que son consideradas como áreas rurales.

6.7.1 Demografía y vivienda

Al comparar las distintas zonificaciones que se generaron a partir del PREMVAL en el 2014 y la presente propuesta, existen variaciones significativas en la cantidad de población que permite el territorio, las áreas de constructibilidad y la cantidad máxima de parcelas que permiten las normas urbanísticas según cada uso de suelo, sobre todo en las áreas de mayor importancia para cada uno de los humedales urbanos de la comuna.

En el caso del PREMVAL, este zonifica un total de 5.534 hectáreas dentro del área de planificación de la presente propuesta, identificando un total de 18 tipos de usos distintos, los cuales son resumidos a continuación y ejemplificados en la

tabla 20, en donde se especifican sus normas urbanísticas y el desarrollo máximo que permiten;

- 11 zonificaciones denominadas “zonas de extensión urbanas”, las cuales se diferencian por sus usos, existiendo algunas exclusivas para el uso de equipamiento deportivo (ZEU8) u otras como zonas de protección del borde costero (ZEU16), mientras que el resto corresponde a zonas mixtas entre residencial y el equipamiento necesario para su buen funcionamiento, siendo diferenciadas por las características designadas como la densidad bruta, subdivisión predial mínima o el porcentaje de constructibilidad.
- 1 de tipo infraestructura, correspondiente al aeródromo de la Fuerza Aérea de Chile.
- 2 de tipo productivo, siendo diferenciados entre industria inofensiva e industria peligrosa.
- Un tipo correspondiente a sistema vial de carreteras que mantiene el Ministerio de Obras Públicas, presentando 6 rutas distintas.
- Finalmente, 3 zonificaciones asociadas a la protección y preservación de los ecosistemas, un área verde determinada por el campo dunar, un parque de carácter intercomunal que se encuentra en medio del campo dunar y un parque cultural recreativo denominado “Seccional Amereida”.

En base a las normas urbanísticas que se asignaron para cada una de las zonificaciones mencionadas anteriormente, se puede definir que este plan permite una capacidad máxima de 261.590 habitantes en el área de planificación, obtenido a través de la densidad bruta designada y el tamaño de cada zonificación. Del mismo modo, se permite que del total de 5.534 hectáreas completas, unas 1.273 de ellas puedan ser edificadas según el porcentaje de constructibilidad. Finalmente, se puede definir un máximo de 32.208 parcelas que se pueden obtener por medio de la subdivisión predial mínima que presenta cada zonificación.

Nombre	Sigla	Ha	Dens. Bruta	Habit. Max	% de construc.	Edific. Ha	Subdiv. Predial mínima	Parcela Max.
Zona de Extensión Urbana I	ZEU1	257	100	25.700	30	77,1	500	5.140
Zona de Extensión Urbana II	ZEU2	875	80	70.000	30	262,5	1.000	8.750
Zona de Extensión Urbana III	ZEU3	1.078	85	91.630	40	431,2	2.000	5.390
Zona de Extensión Urbana IV	ZEU4	696	30	20.880	15	104,4	5.000	1.392
Zona de Extensión Urbana V	ZEU5	40	80	3.200	30	12	800	500
Zona de Extensión Urbana VI	ZEU6	215	60	12.900	30	64,5	400	5.375
Zona de Extensión Urbana VIII	ZEU8	433	80	34.640	25	108,25	800	5.413
Zona de Extensión Urbana IX	ZEU9	4	480	1.920	50	2	200	200
Zona de Extensión Urbana XII	ZEU12	24	30	720	15	3,6	5.000	48
Zona de Extensión Urbana XIII	ZEU13	30	0	0	20	6	30000	10
Zona de Extensión Urbana XVI	ZEU16	78	0	0	20	15,6	0	0
Zona de Infraestructura Aeroportuaria	ZA	58	0	0	0	0	0	0
Zona Productiva Inofensiva	ZEU PI	31	0	0	100	31	5000	62
Zona Productiva Peligrosa	ZEU PP	28	0	0	70	19,6	10.000	28
Área Verde	AV	1232	0	0	10	123,2	0	0
Seccional Amereida	SA	139	0	0	9	12,51	0	0
Parque Intercomunal	PI	116	0	0	0	0	0	0
Sistema Vial	VTxq	44	0	0	0	0	0	0
Total		5.534		261.590		1.273		32.308

Tabla 20; Normas urbanísticas y condiciones máximas de desarrollo que permite el PREMVAL en el área de planificación según las distintas zonificaciones.

En el caso de esta propuesta, este zonifica un total de 7.749 hectáreas. Incluyendo 2.215 que no tenían algún instrumento de planificación definido, en ella, como se vio en los capítulos anteriores, se presentan un total de 19 zonificaciones entre los 6 tipos de uso de suelo disponible, los cuales son resumidos a continuación y ejemplificados en la tabla 21, en donde se especifican sus normas urbanísticas y el desarrollo máximo que permiten;

- 6 zonificaciones de tipo residenciales, diferenciadas según el nivel de densidad habitacional definida y las condiciones de equipamiento que presentan algunas de estas.
- 2 zonificaciones de tipo equipamiento, siendo una de tipo educacional en donde están actualmente los centros educativos de la comuna y otro de tipo deportivo, para la implementación de canchas, gimnasios y parques.
- 2 zonificaciones de infraestructura, una de tipo sanitaria y otra aeroportuaria, siendo la misma zonificación que da el PREMVAL.
- 2 zonificaciones de uso productivo, siendo diferenciados entre industria inofensiva e industria peligrosa.
- Una zonificación de protección del borde costero y otra de no edificación en los sectores en donde se encuentran los sistemas viales de la comuna.
- 4 zonificaciones de área verde, la primera corresponde a los humedales urbanos, luego las áreas verdes de los ecosistemas del campo dunar, esteros y bosque esclerófilo en la comuna, los parques intercomunales designados y el mismo seccional Amereida que se define en el Premval
- Las áreas restringidas al desarrollo urbano por infraestructura crítica.

En base a las normas urbanísticas que se asignaron para cada una de las zonificaciones mencionadas anteriormente, se puede definir que esta propuesta permite una capacidad máxima de 179.840 habitantes en el área de planificación, los cuales se pueden distribuir en un máximo de 13.772 subdivisiones prediales

que permite las normas urbanísticas definidas, además de un máximo de 1.483 hectáreas que pueden ser edificadas.

Nombre	Sigla	Ha	Dens. Bruta	Habit. Max	% de construc.	Edific. Ha	Subdiv. Predial mínima	Parcela Max.
Zona Residencial I	ZU1	343	60	20.580	40	137,2	2.000	1.715
Zona Residencial II	ZU2	1.808	50	90.400	30	542,4	3.000	6.026
Zona Residencial III	ZU3	1.205	30	36.150	20	241	5.000	2.046
Zona Residencial IV	ZU4	544	20	10.880	15	81,6	10.000	544
Zona Urbana Residencial Mixta I	ZUM1	41	150	6.150	75	30,75	500	820
Zona Urbana Residencial Mixta II	ZUM2	196	80	15.680	75	147	1.000	1.960
Zona de Equipamiento Deportivo	ZED	2	0	0	75	1,5	15.000	1
Zona de Equipamiento Educativo	ZEE	51	0	0	80	40,8	2.500	204
Zona Productiva Inofensiva	ZPI	90	0	0	60	54	10.000	90
Zona Productiva Peligrosa	ZPP	8	0	0	50	4	50.000	1
Zona de Infraestructura Aeroportuaria	ZIA	58	0	0	0	0	0	0
Zona de Infraestructura Sanitaria	ZIS	4	0	0	80	3,2	50.000	1
Sistema Vial	FX	94	0	0	0	0	0	0
Borde Costero	ZPBC	86	0	0	0	0	0	0
Área Verde	AV	1.876	0	0	10	187,6	0	0
Humedal Urbano	HU	200	0	0	0	0	0	0
Seccional Amereida	SA	139	0	0	9	12,51	0	0
Parque Intercomunal	PI	960	0	0	0	0	0	0
Áreas de no edificación	ARE	44	0	0	0	0	0	0
Total:		7.749		179.840		1.483		13.772

Tabla 21; Normas urbanísticas y condiciones máximas de desarrollo que permite la presente propuesta en el área de planificación según las distintas zonificaciones.

En vista de los datos mencionados anteriormente, la propuesta de zonificación de este trabajo limita la cantidad máxima de habitantes, teniendo un promedio de 23,2 personas por hectárea, mientras que el PREMVAL permite 47,26 personas por hectáreas, por lo que la propuesta reduce a la mitad la población máxima. De igual modo ocurre con la cantidad de hectáreas que pueden ser edificadas, la propuesta permite un aproximado de 19,13% de edificación del total disponible, mientras que el Premval permite un aproximado de 23%, siendo valores relativamente cercanos. En el caso de la cantidad máxima de parcelas que se pueden subdividir en el área de planificación, la propuesta permite un aproximado de 1,77 parcelas por hectárea, mientras que el PREMVAL permite un aproximado de 5,83 parcelas por hectárea, teniendo una diferencia sustancial en la cantidad de subdivisiones que permite un plan y el otro.

La siguiente figura representa las diferencias entre la zonificación que planteo el PREMVAL y la zonificación definida en esta propuesta.

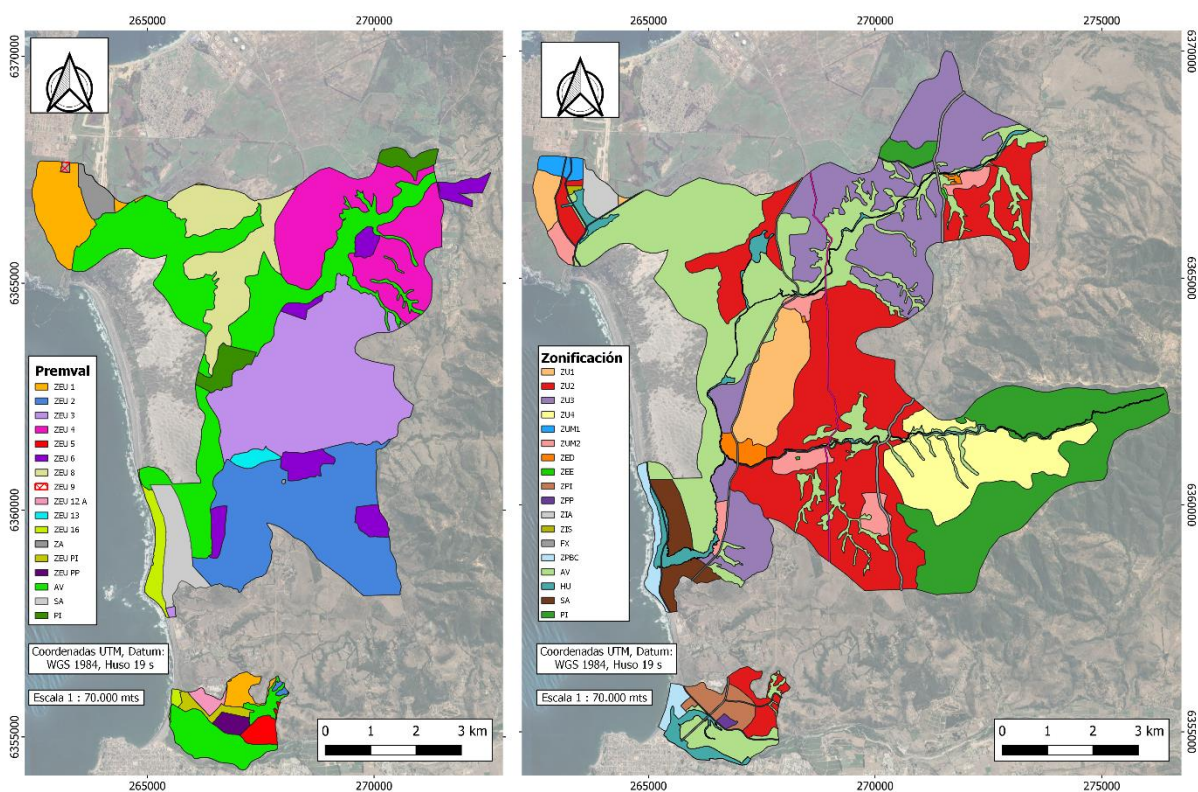


Figura 62; Cartografías de las zonificaciones comparadas; a la izquierda, la zonificación del PREMVAL definida en el año 2014; a la derecha, la zonificación de la presente propuesta.

6.7.2 Diferencias de zonificaciones en los humedales.

Humedal Urbano Desembocadura del Río Aconcagua

La figura 62 nos muestra las diferencias de zonificación entre el PREMVAL y la propuesta de este trabajo para el humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua, como aspectos principales que permiten dar una mayor protección al humedal y generar un desarrollo armónico y seguro para la población se encuentra:

- El PREMVAL no incluye al humedal como un polígono dentro de la planificación territorial, sino que lo incluye como una área verde, la propuesta cumple lo dictado según la ley 21.202, incluyendo el área de protección definida por el Ministerio de Medio Ambiente a la planificación territorial.
- El Estudio de Riesgo y Protección Ambiental que se realizó para la actualización del PRC, definió que gran parte del sector norte presenta un riesgo derivado de las industrias que se encuentran, ya que el estudio es reciente, el PREMVAL permite la construcción de viviendas en estos sectores, e incluso permite zonas residenciales en zonas aledañas a industrias de tipo peligrosa. Para dar solución a esto, la propuesta aumenta el tamaño de la industria inofensiva, abarcando gran parte del área de riesgo industrial, así las zonas residenciales se encuentran a una distancia prudente de los posibles riesgos, la zona productiva peligrosa es encapsulada alrededor de la industria inofensiva y su tamaño se ve reducido 4 veces, lo que no permite que esta se expanda y afecte a las poblaciones vecinas.
- Las áreas verdes definidas en el PREMVAL presentan algunos sectores que no tienen sentido en base a la protección de los ecosistemas, gran parte del área noreste que presenta esta zonificación corresponde a bosques de monocultivo de eucaliptos, mientras que sectores de quebradas que presentan bosques nativos esclerófilos, no presentan esta zonificación,

por lo que se agregaron nuevas áreas verdes y se suprimieron aquellas que no presentaban alguna característica ecológica relevante. Además de que genera un buffer de área verde entre las empresas y el humedal.

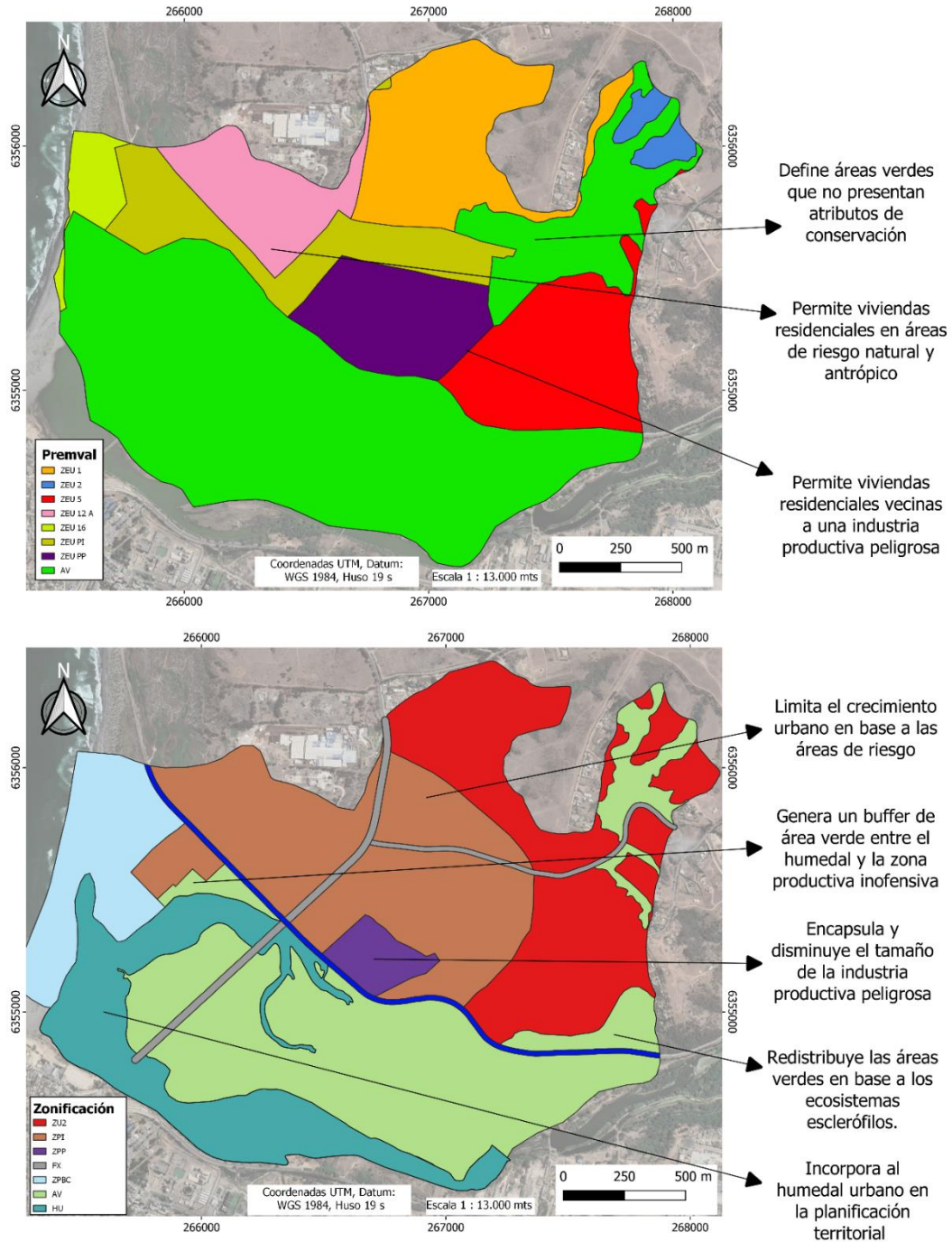


Figura 63; Cartografías de las zonificaciones comparadas, las falencias de la zonificación existente y las ventajas de la nueva propuesta en la Desembocadura del río Aconcagua; arriba la zonificación del PREMVAL definida en el año 2014; abajo la zonificación de la presente propuesta.

Esteros Mantagua y Malacara y el humedal Mantagua

Las figuras 63 y 64 nos muestra las diferencias de zonificación entre el PREMVAL y la propuesta de este trabajo para el humedal Mantagua y los esteros Mala Cara y Mantagua, en donde se identifican los aspectos que permitan mantener el régimen hídrico de estos ecosistemas, por medio de un desarrollo armónico y acorde con la capacidad de carga que tienen estos ecosistemas.

- El PREMVAL no incluye los humedales como un polígono dentro de la planificación territorial, sino que para el estero Mala Cara lo incluye en un área verde por toda su llanura de inundaciones, mientras que el estero de Mantagua no está identificado en la zonificación, pero, por otro lado, ambos presentan una característica de áreas de riesgo por inundación, en el caso del humedal de Mantagua, no existe algún indicio de zonificación que tenga que ver con el ecosistema, encontrándose inmerso entre el área verde del sector dunar y el seccional Amereida. La propuesta de zonificación incluye sus polígonos de protección que fueron admitidos por el Ministerio de Medio Ambiente, dando cumplimiento a la ley de humedales urbanos, el estero Mala Cara se encuentra inmerso igualmente en un área verde ajustada a las características topográficas de la llanura de inundación mientras que el estero Mantagua presenta un cauce más concreto, el cual igualmente se encuentra inmerso en un área verde en la parte más alta de cuenca. En el caso del humedal Mantagua, su polígono es incluido en el área, separando el sector de protección costero con el seccional Amereida.
- El PREMVAL permite sectores con una alta densidad poblacional en partes del ecosistema que son críticas para la conservación de los humedales, para dar solución a esto, la propuesta define áreas de baja densidad poblacional en la ladera este del humedal de Mantagua y al norte de la sección en la que se une con los esteros, ya que estos sectores permiten la acumulación y movimientos de las aguas que viajan por escorrentía. En la localidad de Mantagua y de Santa Julia se encuentran sectores de bosque

esclerófilo que no están asociados a las quebradas naturales, ambos bosques han visto reducido su tamaño con el paso del tiempo, evidenciado en las imágenes satelitales, ya que se permite la urbanización en ellos, la propuesta genera una nueva área verde en el sector de Mantagua y expande la llanura de inundación hacia el bosque que se encuentra en la localidad de Santa Julia, encapsulando el crecimiento de un condominio en ese sector, permitiendo frenar la destrucción de los bosques nativos. Finalmente, la propuesta extiende algunas áreas verdes para dar protección a las quebradas naturales que alimentan los esteros y a la vez son reservorios de biodiversidad de especies arbóreas del bosque esclerófilo.

- Existen 2 sectores de la comuna que se encuentran dentro del área de planificación y, por lo tanto, del área de influencia de los humedales, pero no presentan zonificación en la actualidad, ya que el PREMVAL no los considera, la propuesta les da una zonificación de muy baja densidad poblacional a los sectores al este de Valle Alegre y extrapolando el área verde asociada a la llanura de inundación del estero Mala Cara. En el caso de la zona del extremo este de Quintero, igualmente se incluye una área de muy baja densidad poblacional y se crea un parque intercomunal correspondiente a los sectores del cerro Mauco, el cual fue recomendado igualmente por la consultora Dinámica Costero al momento de realizar informes al MMA y al proyecto GEF Humedales (DINAMICA COSTERA, 2021), este parque permite generar cierta protección a toda la vegetación nativa del cerro Mauco, ya que además, debido a su topografía de altas pendientes, no es compatible con las viviendas residenciales al ser una zona de riesgo de procesos de ladera.
- La propuesta además elimina un parque intercomunal que fue definido por el PREMVAL entre la localidad de Santa Julia y Mantagua, ya que no presenta características relevantes para la conservación y solo correspondería a una área de riesgo por desborde de cauces e inundaciones litorales.

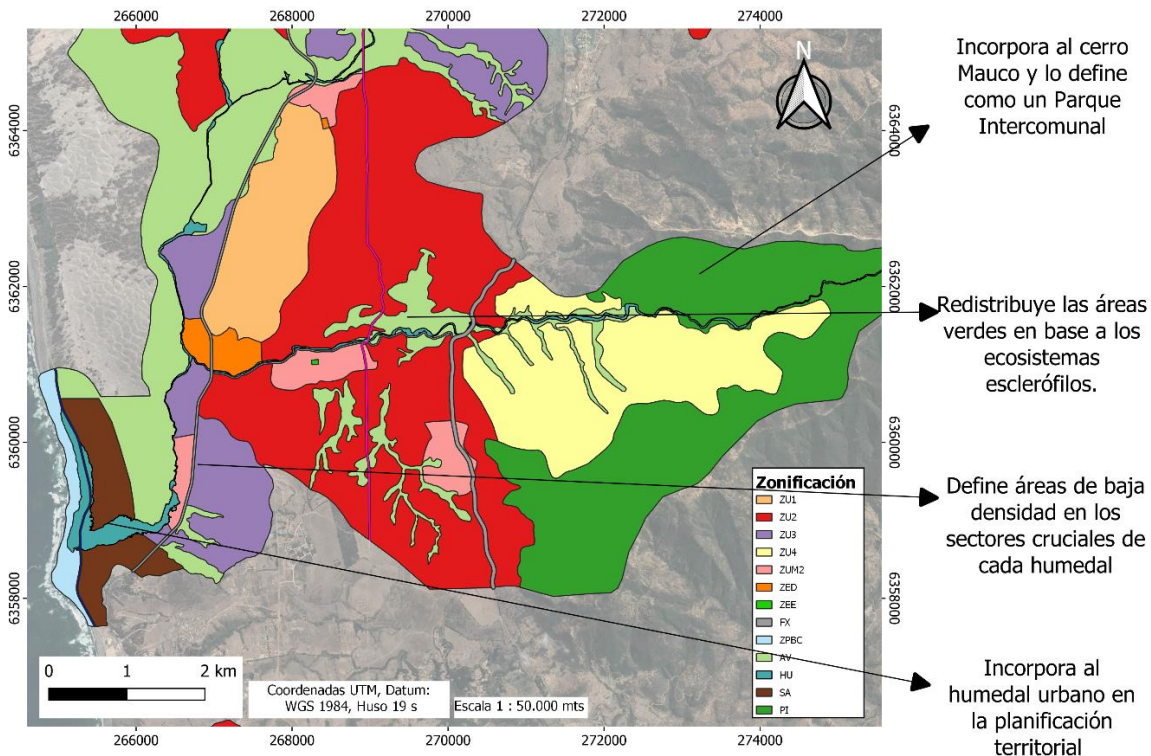
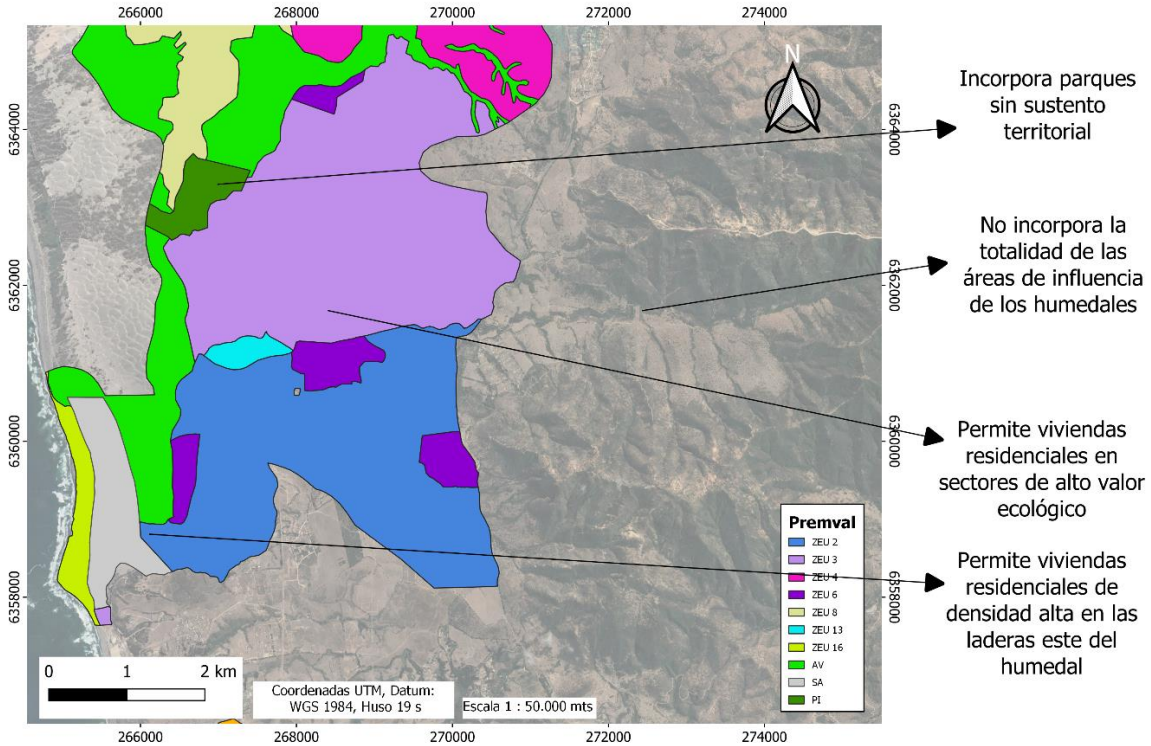


Figura 64; Cartografías de las zonificaciones comparadas, las falencias de la zonificación existente y las ventajas de la nueva propuesta en el humedal Mantagua y los esteros Mala Cara y Mantagua, sector sur; arriba la zonificación del PREMVAL definida en el año 2014; abajo la zonificación de la presente propuesta.

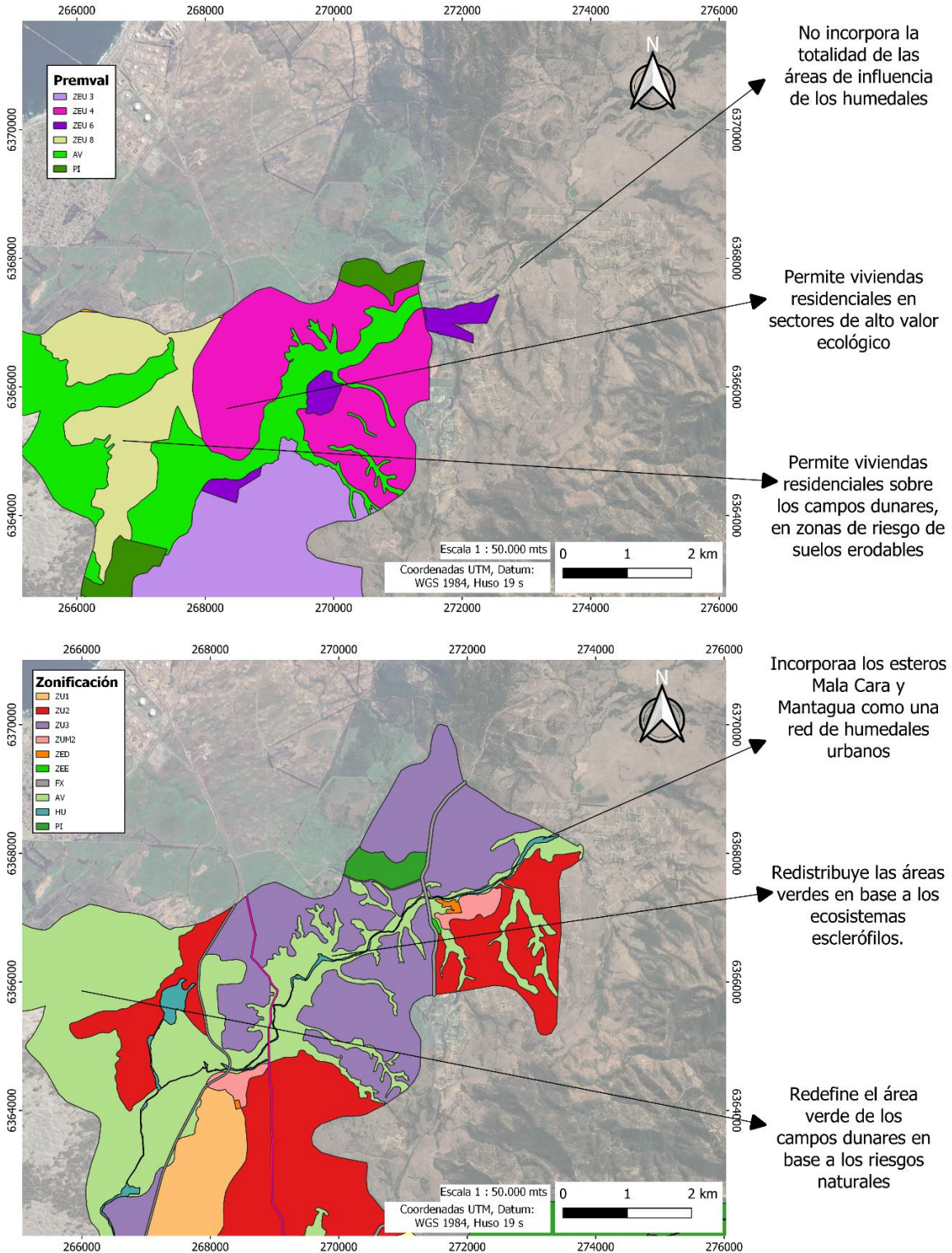


Figura 65; Cartografías de las zonificaciones comparadas, las falencias de la zonificación existente y las ventajas de la nueva propuesta en el humedal Mantagua y los esteros Mala Cara y Mantagua, sector norte; arriba la zonificación del PREMVAL definida en el año 2014; abajo la zonificación de la presente propuesta.

Humedal urbano Los Juanes

La figura 65 nos muestra las diferencias de zonificación entre el PREMVAL y la propuesta de este trabajo para el humedal urbano Los Juanes, en donde se identifican los aspectos que permitan mantener el régimen hídrico de estos ecosistemas y a la vez un desarrollo urbano acorde a las necesidades de la comuna y del humedal.

- El PREMVAL no incluye al humedal como un polígono dentro de la planificación territorial, estando este sobre un área de extensión urbana con una zona de riesgo de anegamiento, por lo que fácilmente se podía construir sobre el si es que se lograba disipar el riesgo, con la declaración de humedal urbano, este riesgo de edificación desapareció y la presenta propuesta incluye el polígono de propuesta en la zonificación de usos de suelo.
- Todo el sector oeste del humedal es una zona con una alta probabilidad de urbanización debido a que el crecimiento de Quintero península está enfocado en su sector sur, debido a esto es que el PREMVAL lo definió como una zona de alta densidad poblacional, cosa que es incompatible con los sectores cercanos al humedal, la propuesta divide esta zonificación en varios sectores en donde se permite una alta densidad en la localidad de Ritoque y el sur de Quintero, ya que estos sectores no influyen en la red de drenaje del humedal, mientras que los sectores cercanos al humedal se definieron con áreas de densidad media, además de que se generó un área buffer de 50 metros entre los sectores residenciales y el humedal
- Pensando en el largo o mediano plazo, la propuesta de zonificación define un sector al norte del humedal que funcione como una zona de infraestructura sanitaria en donde se pueda pensar en un proyecto de una planta de tratamiento primario de aguas lluvia y grises proveniente de los futuros sectores residenciales, así se puede combatir la falta de agua del humedal con la recarga artificial de la napa subterránea.

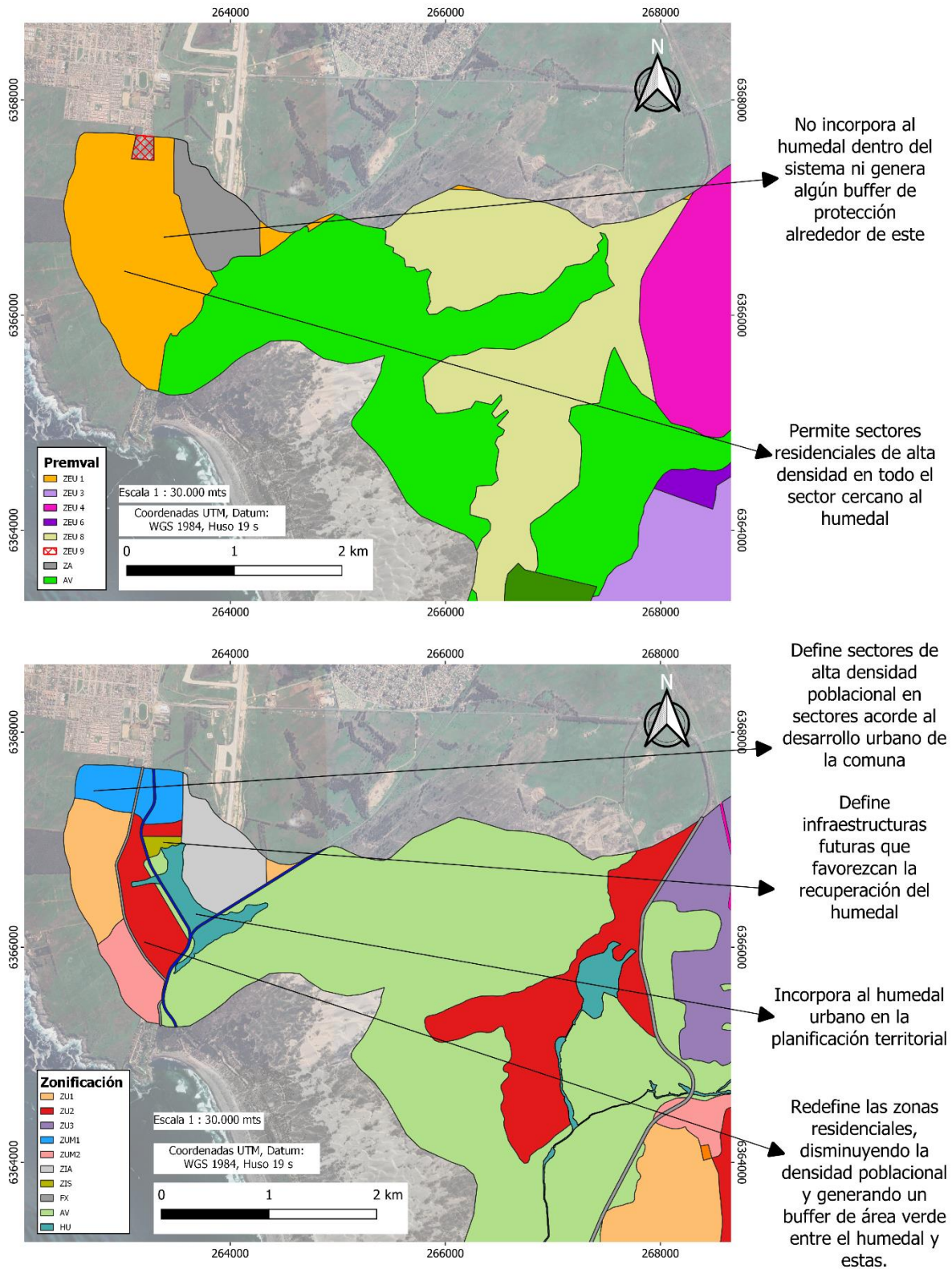


Figura 66; Cartografías de las zonificaciones comparadas, las falencias de la zonificación existente y las ventajas de la nueva propuesta en el humedal urbano Los Juanes; arriba la zonificación del PREMVAL definida en el año 2014; abajo la zonificación de la presente propuesta.

7. CONCLUSIONES

Aunque los 4 humedales urbanos de Quintero que han sido protegidos por la ley N.º 21.202 presentan un área de protección que en conjunto llega a un tamaño cercano a las 200 hectáreas, se ha evidenciado en este trabajo que las características geográficas que son representativas o que pueden modificar la calidad de los componentes bióticos y abióticos abarcan una mayor extensión, presentando 4 áreas de influencia que engloban estas características y alcanzan una extensión total de 7.749 hectáreas, alrededor de 38 veces más que el tamaño de los humedales.

Cada humedal presenta un conjunto de amenazas que los afectan de distintas maneras, la urbanización es la mayor de ellas, afectando a Mantagua, Los Juanes y los esteros, mientras que la Desembocadura del Río Aconcagua presenta un riesgo distinto por actividades de viviendas irregulares correspondiente a tomas. Como segunda principal amenaza se encuentran las actividades recreativas no regularizadas y los complejos turísticos, afectando principalmente a Mantagua y la desembocadura del Aconcagua, al ser sitios de alto atractivo turístico. Finalmente, se reconocen otras amenazas como la fragmentación de los ecosistemas o la presencia de aeródromos cercanos, los cuales afectan principalmente a Los Juanes, mientras que las actividades productivas del barrio industrial sur son una amenaza latente para la desembocadura del río Aconcagua, tanto en su ladera norte como en su ladera sur.

Los resultados de los índices espectrales y los catastros de vegetación arbórea demuestran la importancia que tiene para la conservación de los humedales, la misma área de protección definida en la ley y las quebradas naturales que se encuentran asociados a ellos, permitiendo la acumulación del régimen hídrico por los fenómenos de escorrentía superficial e infiltración, además de ser un reservorio de especies arbóreas nativas. Por otro lado, se evidencia la presencia de 4 bosques esclerófilos que no están asociados a alguna quebrada, ubicados en

el sector oeste de Valle Alegre, al norte de Santa Julia, al norte de Mantagua y en la totalidad del cerro Mauco.

La propuesta de zonificación que fue definida en este trabajo logra abarcar las áreas de importancia para los humedales y considera las amenazas a las que está afecto cada uno, en total se presentan 18 zonificaciones repartidas entre los 6 posibles usos de suelo, cada una con sus normas urbanísticas correspondientes, resumidas en una cartografía representativa y una ordenanza explicativa. Las nuevas zonas residenciales presentan diferentes densidades poblacionales que se adaptan a las propiedades geográficas de cada sector según como pueden alterar o afectar a los humedales, las áreas productivas han sido ampliadas y limitadas para las industrias inofensivas y peligrosas respectivamente, se han incorporado áreas de equipamiento deportivo y educativo en sectores que requieren una baja urbanización, se han generado áreas para infraestructuras sanitarias que funcionen como una solución alternativa a la crisis hídrica a la cual se enfrentan los humedales, se han definido nuevas áreas verdes que logran actuar como buffer entre los humedales y las zonas residenciales o industriales, parques intercomunales y sectores de protección del borde costero como también se han incorporado a los humedales urbanos como un área especial de conservación en la planificación territorial.

Este nuevo plan de ordenamiento territorial limita la urbanización de la comuna en base a las características ecológicas que esta presenta y la necesidad que tienen las autoridades para proteger los humedales urbanos en base a la ley N.º21.202, generando una zonificación a una escala de detalle bastante mayor al presentado en la planificación territorial vigente (PREMVAL), permitiendo una disminución de la densidad población por hectárea a la mitad y generando una parcelación predial máxima de aproximadamente un 33% de la capacidad actual y abriendo la posibilidad a nuevos proyectos que puedan apoyar a la lucha contra la escasez hídrica en el país.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Barrera, S. L. (2011). *ANÁLISIS DEL NIVEL HÍDRICO Y LAS CONDICIONES DEL HUMEDAL DE LA LAGUNA DE BATUCO*. Memoria para optar al Título Profesional de Geógrafo, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Barros, R., Jaramillo, A., & Schmitt, F. (2015). Lista de aves de Chile 2014. *Chiricoca*, 20.
- Censo. (2017). *Memoria Censo 2017*. (G. d. Chile, Ed.) Instituto Nacional de Estadísticas.
- Chan, E., Timmermann, A., Baldi, B., Moore, A., Lyons, R., Lee, S.-S., . . . Hayes, V. (2019). Human origins in a southern African palaeo-wetland and first migrations. *Nature*, 575, 185-189. doi:<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1714-1>
- Cheng, F. Y., Van Meter, K. J., Byrnes, D. K., & Basu, N. B. (2020). Maximizing US nitrate removal through wetland protection and restoration. *Nature*, 588, 625-630.
- CONAMA. (2007). *Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica*. Centro de Ecología Aplicada Ltda, Centro de Ecología Aplicada Ltda. Comisión Nacional de Medio Ambiente.
- Davison, N. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in the global wetland area. *Marine and Freshwater. Short Communications*.
- DINAMICA COSTERA. (2021). *INFORME FINAL - PROPUESTA TECNICA DELIMITACION DEL HUMEDAL DE MANTAGUA E IDENTIFICACION DE ÁREAS PRIORITARIAS A RESTAURAR EN LA CUENCA ASOCIADA*.
- Dirección General de Aguas DGA (2020). *PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DE ACONCAGUA*. Ministerio de Obras Públicas, División de Estudios y Planificación.

- Errazuriz, A., Cereceda, P., González, J., González, M., Henríquez, M., & Rioseco, R. (1998). *Manual de Geografía de Chile*. Tercera Edición Editorial Andrés Bello.
- Espiñeira, J. (1989). *Geología del Complejo Plutónico Papudo-Quintero: Aspectos Cronológicos y geoquímicos*. Memoria de Título, Universidad de Chile, Departamento de Geología.
- FIMA. (2021). *PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA EN INSTRUMENTOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE COMPETENCIA MUNICIPAL*.
- Flores Toro, L., Contreras Lopez, M., Figueroa Sterquel, R., & Arenas Martija, A. (2022). *Humedal Costero de Mantagua* (Vols. Capítulo 5, Vegetación y flora del Humedal de Mantagua). Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- GEF HUMEDALES COSTEROS. (2021). *GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN HUMEDALES COSTEROS*.
- Hauenstein, E., González, M., Peña-Cortez, F., & Muñoz, A. (2002). CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LA FLORA Y VEGETACION DE LOS HUMEDALES DE LA COSTA DE TOLTEN (IX REGION, CHILE). *Gayana Bot*, 59, 87-100.
- Hidalgo Leiva, F. A., & Zamora Miranda, C. I. (2018). *AMBIENTES SEDIMENTARIOS DE UN HUMEDAL CONTINENTAL EN CHILE CENTRAL. CASO DE ESTUDIO HUMEDAL LAGO JUANES, COMUNA DE QUINTERO, REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE*. Seminario de Título para optar al Título de Geógrafo, Universidad de Playa Ancha, Departamento de Ciencias Geográficas.
- Ilustre Municipalidad de Quintero. (2021). *Solicitud de reconocimiento de humedal urbano: Humedal "Los Juanes"*. Línea Base, Quintero.
- Ilustre Municipalidad de Quintero. (2022). *ESTUDIO BÁSICO - ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE QUINTERO*. Asesoría Urbana, Quintero.
- Jackson, C. R., Thomson, J. A., & Kolka, R. K. (2014). Wetland Soils, Hydrology, and Geomorphology. En C. R. Jackson, J. A. Thomson, & R. K. Kolka, *Ecology of Freshwater and Estuarine Wetlands* (pág. Capítulo II).

- Jolly, I. D., McEwan, K. L., & Holland, K. L. (2008). A Review of GroundwaterSurface Water Interactions in Arid/Semi-Arid Wetlands and the Consequences of Salinity for Wetland Ecology. *Ecohydrology*, 1, 43-58. doi:<https://doi.org/10.1002/eco.6>
- Luebert, F., & Pliscoff, P. (2017). *Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria, Segunda Edición.
- Maltby, E., & Barker, T. (2009). *THE WETLANDS HANDBOOK*. 9 Blackwell Publishing Ltd.
- Manríquez Tirado, H. (2020). DEGRADACIÓN DE DUNAS LITORALES DE. *Labomar*, 53 (Especial), 70-78.
- Martinez, C., Lopez, P., Rojas, C., Quense, J., Hidalgo, R., & Arenas, F. (2020). A sustainability index for anthropized and urbanized coasts: The case of Concón Bay, central Chile. *Applied Geography*, 116, 1-14.
- MMA. (2011). *DISEÑO DEL INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES Y EL SEGUIMIENTO AMBIENTAL*. Ministerio de Medio Ambiente, Centro de Ecología Aplicada .
- MMA. (2015). *Informe Final; Diagnostico de sitios de alto valor para la conservacion en la region de Valparaiso*. Ministerio de Medio Ambiente .
- MMA. (2020). *Propuesta de criterios mínimos para la sustentabilidad de Humedales Urbanos*. Centro de Humedales Río Cruces - Universidad Austral - Centro UC - GeoAdaptive, Ministerio de Medio Ambiente de Chile.
- MMA. (2021). *FICHA DESCRIPTIVA DE HUMEDAL URBANO A DECLARAR DE OFICIO POR EL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE*. Ministerio de Medio Ambiente.
- MMA. (2022). *Guía de Delimitación y Caracterizacion de Humedales Urbanos*. Elaborada mediante consultoría Proyecto GEF/SEC.
- National Research Council. (1995). *Wetland; Characteristics and boundaries*. National Research Council. Washington, D.C.: NATIONAL ACADEMY PRESS.

- Oltremari, J., & Thelen, K. (2003). *PLANIFICACION DE ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS*. GOBIERNO DE CHILE, COMISION NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE.
- Pereyra, F. X., Ragas, D. B., & Cornacchia, M. C. (2022). Clasificación geológica-geomorfológica de los humedales de Argentina. *Revista de Asociacion Geologica de Argentina*, 79, 275-291.
- Ramirez Bruna , J. (2018). *FRAGMENTACION URBANA Y DESARROLLO LOCAL. Caso Comuna de Quintero*. Universidad de Chile.
- Ramsar. (1971). *Manual de la Convención de Ramsar. Guía a la Convención sobre los Humedales*. Secretaría de la Convención de Ramsar -2006. 4ta edicion.
- Rauld, R., Garcia-Huidobro, F., Celis, C., Geoffroy, C., Surijanovic, M., Rivas, M., . . . Velis, A. (2022). *Estudio de Riesgo y Protección Ambiental para la actualizacion del Plan Regulador Comunal de Quintero*. Xterrae Geología SPA. Quintero: Ilustre Municipalidad de Quintero.
- Rivano , S., & Sepúlveda, P. (1991). *Hoja Illapel, Región de Coquimbo*. Carta Geológica de Chile, SERNAGEOMIN, Subdirección Nacional de Geología.
- Rivano G, S. (1996). *GEOLOGIA DE LAS HOJAS QUILLOTA - PORTILLO*. SERNAGEOMIN, Subdirección General de Geología.
- Rivano, S., Sepúlveda, P., Herve, M., & Puig, A. (1985). Geocronología K-Ar de las rocas intrusivas entre los 31° - 32° latitud sur, Chile. *Revista Geológica de Chile*, N.° 24, 63-74.
- Salinas, W., Treviño, E., Jaramillo , J., & Campos, J. (2002). Identificación y Clasificación de Humedales Interiores del estado de Tamaulipas por Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. *Investigaciones Geográficas*(49).
- SEA. (2017). *ÁREA DE INFLUENCIA EN EL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL*. Departamento de Estudios y Desarrollo de la División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana.

- Sheng, Y. P., Rivera-Nieves, A. A., Zou, R., & Paramygin, V. (2021). Role of wetlands in reducing structural loss is highly dependent on characteristics of storms and local wetland and structure conditions. *Nature*.
- Smardon, R. (2014). Wetland Ecology Principles and Conservation, Second Edition. *Water*, 6, 813-817. doi:10.3390/w6040813
- Villa-Martinez, R., & Villagrán, C. (1997). Historia de la vegetación de bosques pantanosos de la costa de Chile central durante el Holoceno medio y tardío. *Revista Chilena de Historia Natural*, 70, 391-401.
- Wang, F., Lu, X., Sanders, C., & Tang, J. (2019). Tidal wetland resilience to sea level rise increases their carbon sequestration capacity in United States. *Nature Communications*, 1-11.
- WCS. (2019). *Chile, Pais de humedales - 40 mil reservas de vida*.
- Wu, X., Ma, T., & Wang, Y. (2020). Surface Water and Groundwater Interactions in Wetlands. *Journal of Earth Science*, 31(5), 1016-1028.

9. ANEXOS

Nombre científico	Origen	Nombre común
<i>Myostemma advena</i> (Ker Gawl.) Ravenna	Endémico	Añañuca
<i>Rumex maricola</i> J. Remy	Endémico	Romaza
<i>Leucocoryne ixioides</i> (Hook.) Lindl.	Endémico	Huille
<i>Convolvulus chilensis</i> Pers.	Endémico	Correhuela
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	Nativa	Tiqui Tiqui
<i>Ficinia nodosa</i> (Rottb.) Goetgh., Muasya & D.A. Simpson	Nativa	Junquillo
<i>Selliera radicans</i> Cav	Nativa	Maleza de marisma
<i>Polypogon australis</i> Brongn	Nativa	Cola de Ratón
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	Nativa	Lengua de gato
<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A. Mey.) Soják v	Nativa	Totora
<i>Juncus balticus</i> Willd. subsp. <i>mexicanus</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Kirschner	Nativa	Junco
<i>Typha domingensis</i> Pers.	Introducida	Totora
<i>Rumex acetosa</i> L	Introducida	Vinagrillo
<i>Cotula coronopifolia</i> L.	Introducida	Botón de oro
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Introducida	Hinojo
<i>Trifolium repens</i> L.	Introducida	Trébol blanco
<i>Agrostis capillaris</i> L.	Introducida	Chépica
<i>Eschscholzia californica</i> Cham.	Introducida	Dedal de oro
<i>Galega officinalis</i> L.	Introducida	Galega
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Introducida	Correhuela

Anexo 1; Catastro de hierbas perennes avistadas en el humedal Urbano Los Juanes.

Nombre científico	Origen	Nombre común
<i>Oxybasis macrosperma</i> (Hook.f.) S.	Nativa	-
<i>Vicia sativa</i> L.	Introducida	Arvejilla
<i>Verbascum virgatum</i> Stokes	Introducida	Mitrün
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Introducida	Crisantemo
<i>Conium maculatum</i> L.	Introducida	Cicutu
<i>Chenopodium album</i> L.	Introducida	Quinguilla
<i>Malva sylvestris</i> L.	Introducida	Malva
<i>Raphanus sativus</i> L.	Introducida	Rábano o Rabanito
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Introducida	Cerrajilla
<i>Trifolium angustifolium</i> L.	Introducida	-
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten	Introducida	Cardo
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Introducida	Manzanilla bastarda
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Fossat	Introducida	Yuyo
<i>Lactuca serriola</i> L.	Introducida	Lechuguilla

Anexo 2; Catastro de hierbas anuales avistadas en el humedal Urbano Los Juanes.

Nombre científico	Origen	Nombre común
<i>Schinus latifolius</i> (Gillies ex Lindl.) Engl.	Endémico	Molle
<i>Peumus boldus</i> Molina	Endémico	Boldo
<i>Maytenus boaria</i> Molina	Nativo	Maitén
<i>Salix cinerea</i> L.	Introducido	Sauce Ceniciento
<i>Acacia dealbata</i> Link	Introducido	Aromo
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Introducido	Eucalipto
<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	Introducido	Aromo Australiano

Anexo 3; Catastro de árboles avistados en el humedal urbano Los Juanes.

Nombre científico	Origen	Nombre común
<i>Senecio planiflorus</i> Kunze ex Cabrera	Endémico	Senecio
<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	Nativo	Huingan
<i>Baccharis linearis</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Nativo	Romerillo
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Nativo	Chilca
<i>Margyricarpus pinnatus</i> (Lam.) Kuntze	Nativo	Perlilla
<i>Tristerix corymbosus</i> (L.) Kuijt	Nativo	Quintral
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Introducido	Zarzamora
<i>Lupinus arboreus</i> Sims	Introducido	Lupino
<i>Tamarix gallica</i> L.	Introducido	Tamarix

Anexo 4; Catastro de arbustos avistados en el humedal urbano Los Juanes.

Nombre científico	Origen	Estado de conservación	Nombre común
<i>Philodryas chamissonis</i>	Endémico	Preocupación menor	Culebra de cola larga
<i>Liolaemus sp.</i>	Endémico	-	Lagartija

Anexo 5; Catastro de reptiles avistados en el humedal urbano Los Juanes.

Nombre científico	Origen	Estado de conservación	Nombre común
<i>Leistes loyca</i>	Nativo	Preocupación menor	Loica
<i>Zonotrichia capensis</i>	Endémico	Preocupación menor	Chincol
<i>Molothrus bonariensis</i>	Endémico	Preocupación menor	Tordo
<i>Spinus barbatus</i>	Endémico	Preocupación menor	Jilguero
<i>Callipepla californica</i>	Exótica	Preocupación menor	Codorniz
<i>Agelasticus thilius</i>	Nativo	Preocupación menor	Trile
<i>Phytotoma rara</i>	Nativo	Preocupación menor	Rara
<i>Milvago chimango</i>	Nativo	Preocupación menor	Tiuque
<i>Elanus leucurus</i>	Nativo	Preocupación menor	Bailarín
<i>Ardea alba</i>	Nativo	Preocupación menor	Garza
<i>Troglodytes aedon</i>	Nativo	Preocupación menor	Chercan
<i>Cathartes aura</i>	Nativo	Preocupación menor	Jote
<i>Turdus falcklandii magellanicus</i>	Nativo	Preocupación menor	Zorzal

Anexo 6; Catastro aves avistadas en el humedal urbano Los Juanes.

Nombre científico	Origen	Estado de conservación	Nombre común
<i>Bos taurus</i>	Introducido		Vaca
<i>Capra hircus</i>	Introducido		Cabra
<i>Ovis aries</i>	Introducido		Oveja
<i>Canis familiaris</i>	Introducido		Perro domestico
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo		Zorro culpeo
<i>Lycalopex griseus</i>	Nativo	Preocupación menor	Zorro gris
<i>Felis silvestris</i>	Nativo		Gato domestico
<i>Leopardus colocolo</i>	Nativo	Casi amenazada	Gato Colocolo
<i>Leopardus guigna</i>	Nativo	Vulnerable	Gato guiña
<i>Galictis cuja</i>	Nativo	Preocupación menor	Quique
<i>Thylamys elegans</i>	Endémico	Preocupación menor	Marmosa
<i>Lepus europaeus</i>	Introducido		Liebre
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Introducido		Conejo
<i>Equus caballus</i>	Introducido		Caballo
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Nativo	Preocupación menor	Murciélago cola de ratón
<i>Histiotus montanus</i>	Nativo	Preocupación menor	Murciélago orejudo chico
<i>Lasiurus cinereus</i>	Nativo	Datos insuficientes	Murciélago ceniciento
<i>Lasiurus varius</i>	Nativo	Preocupación menor	Murciélago colorado
<i>Myotis atacamensis</i>	Nativo	Casi amenazada	Murciélago de Atacama
<i>Myotis chiloensis</i>	Nativo	Preocupación menor	Murciélago Oreja de ratón
<i>Abrothrix longipilis</i>	Nativo	Preocupación menor	Ratón lanudo
<i>Abrothrix olivaceus</i>	Nativo		Ratón oliváceo

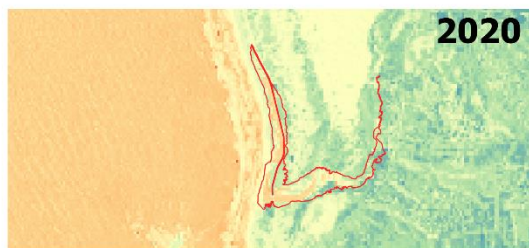
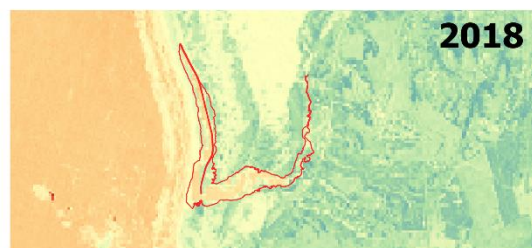
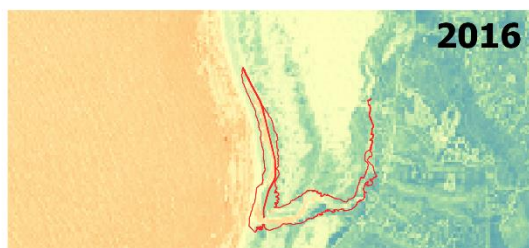
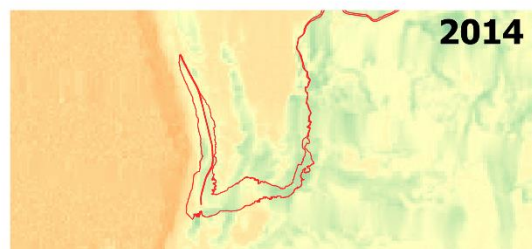
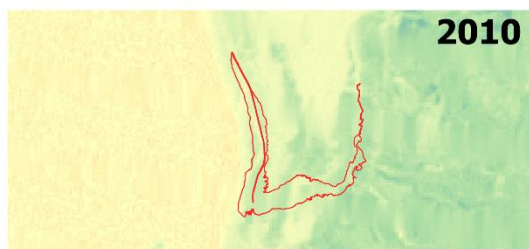
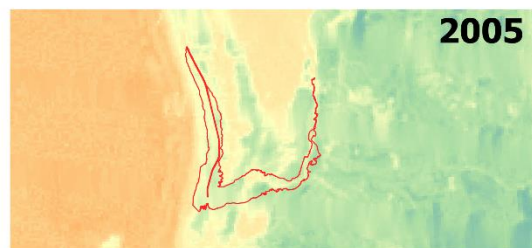
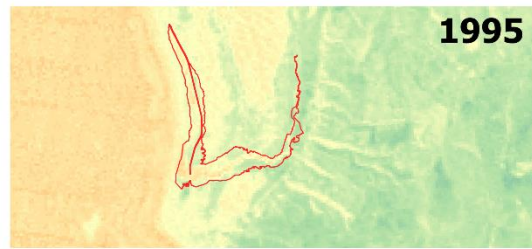
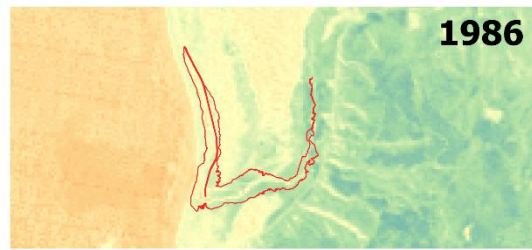
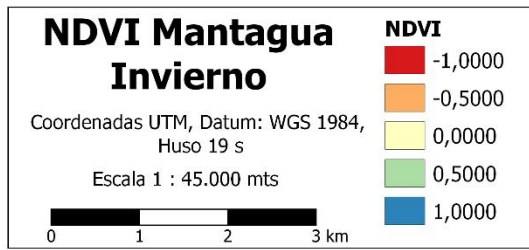
Anexo 7; Catastro mamíferos avistados en el humedal Mantagua.

Nombre científico	Origen	Estado de conservación	Nombre común
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Nativo		Ratón de cola largo
<i>Mus musculus</i>	Introducido		Laucha domestica
<i>Rattus norvegicus</i>	Introducido		Guarén
<i>Rattus rattus</i>	Introducido		Rata negra
<i>Myocastor coypus</i>	Nativo	Preocupación menor	Coipo
<i>Spalacopus cyanus</i>	Endémico	Preocupación menor	Cururo

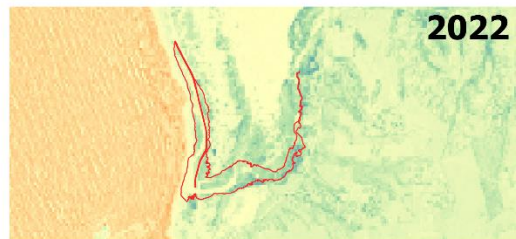
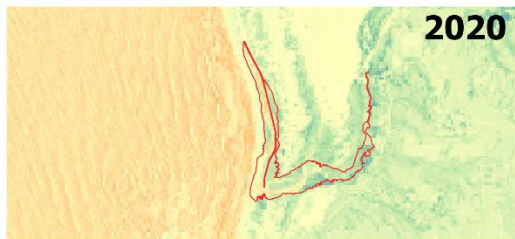
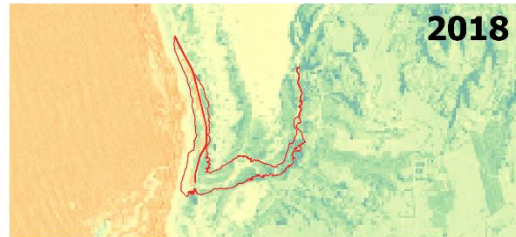
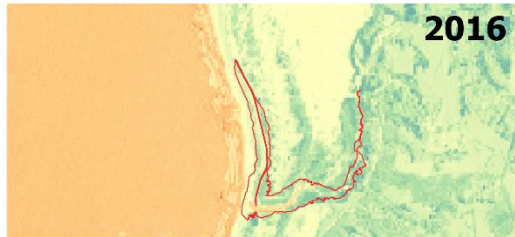
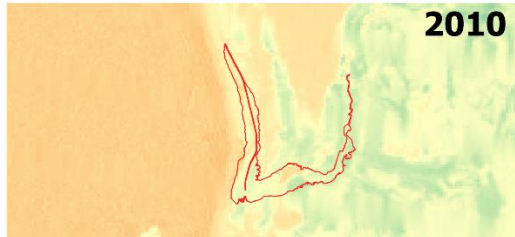
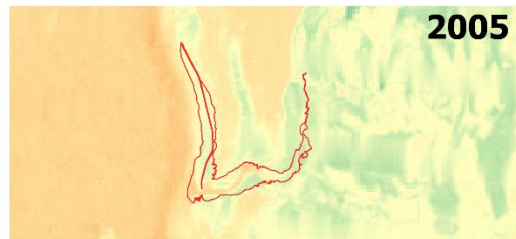
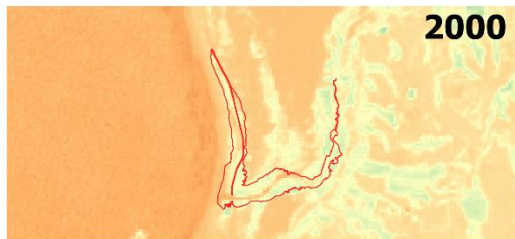
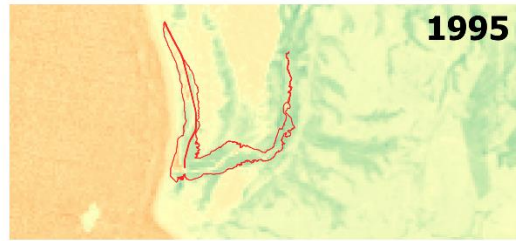
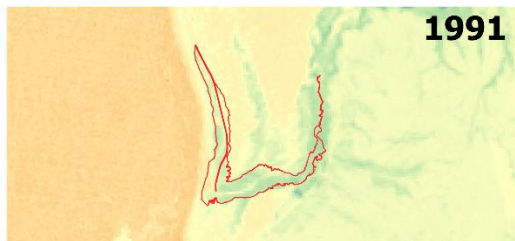
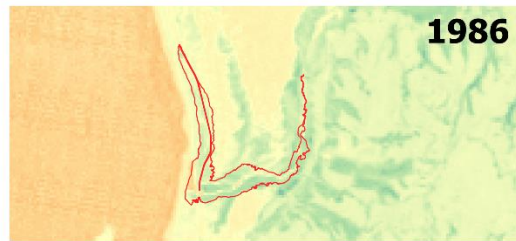
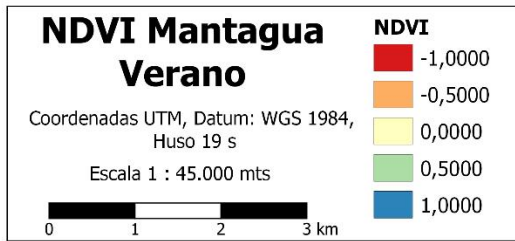
Anexo 8; Catastro mamíferos avistados en el humedal Mantagua.

Nombre científico	Estado de conservación	Nombre común
<i>Calidris canutus</i>	En peligro	Playero ártico
<i>Laterallus jamaicensis</i>	En peligro	Pidencito
<i>Charadrius nivosus</i>	Vulnerable	Chorlo nevado
<i>Anas bahamensis</i>	Preocupación menor	Pato gargantillo
<i>Anas platalea</i>	Preocupación menor	Pato cuchara rojo
<i>Ardea cocoi</i>	Preocupación menor	Garza cuca
<i>Chroicocephalus serranus</i>	Preocupación menor	Gaviotín andina
<i>Coscoroba coscoroba</i>	Preocupación menor	Cisne coscoroba
<i>Cygnus melancoryphus</i>	Preocupación menor	Cisne cuellinegro
<i>Gallinago paraguaiae</i>	Preocupación menor	Agachadiza suramericana
<i>Ixobrychus involucris</i>	Preocupación menor	Huairavillo
<i>Sula variegata</i>	Preocupación menor	Alcatraz Chileno
<i>Larosterna inca</i>	Casi Amenazada	Gaviotín monja
<i>Plegadis chihi</i>	Casi Amenazada	Cuervo de pantano

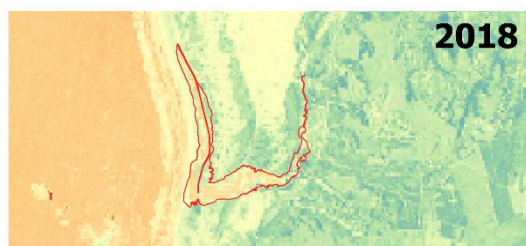
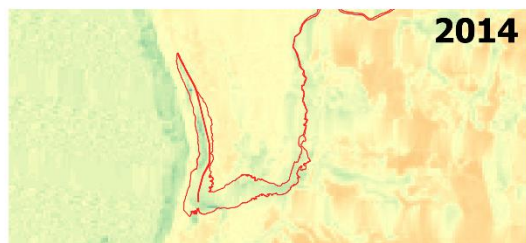
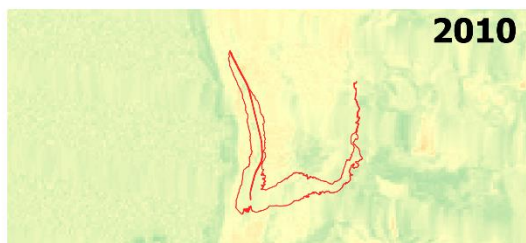
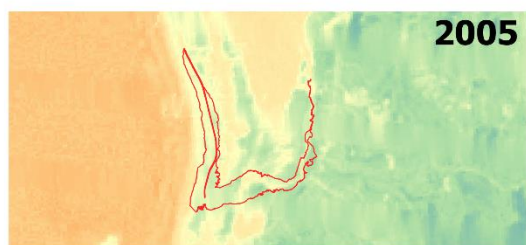
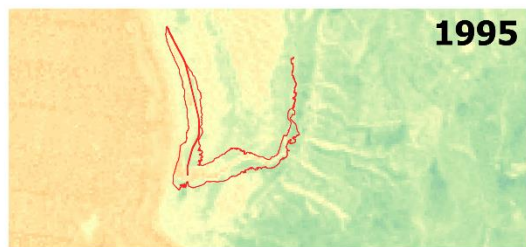
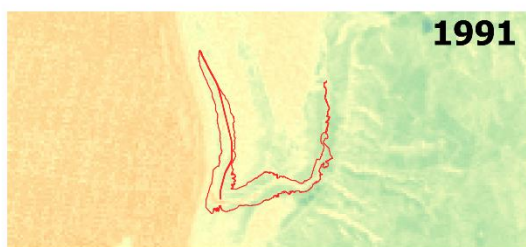
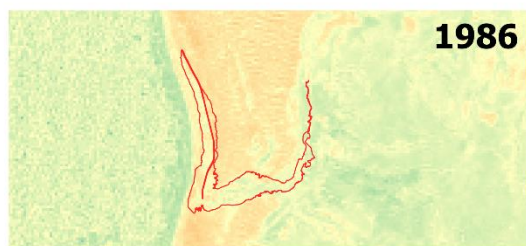
Anexo 9; Catastro de aves en el humedal Mantagua con problemas de conservación.



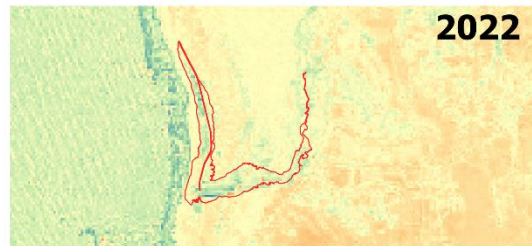
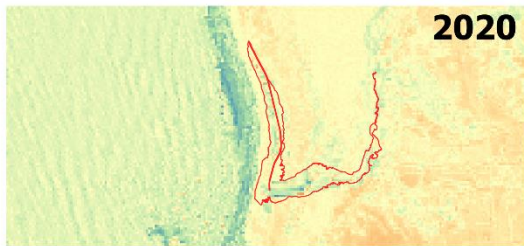
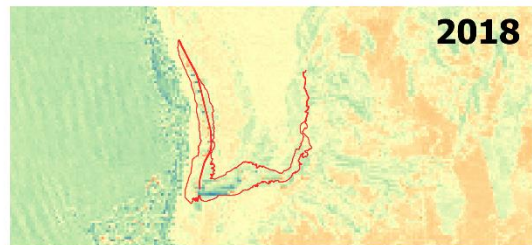
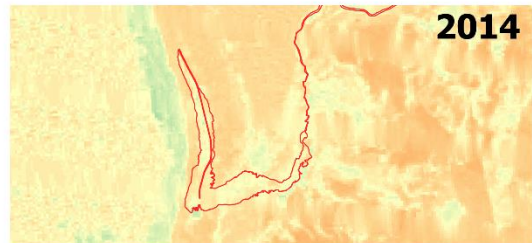
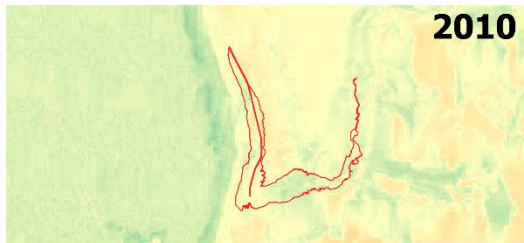
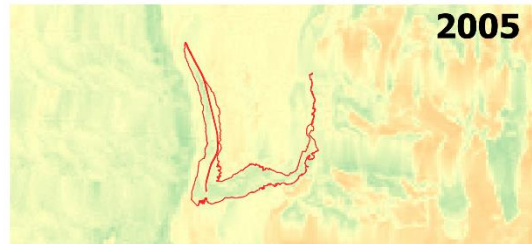
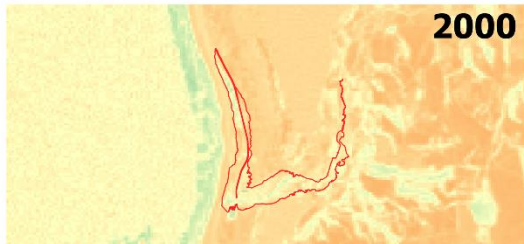
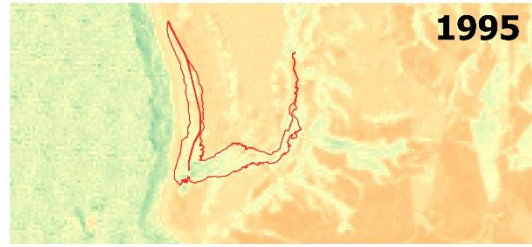
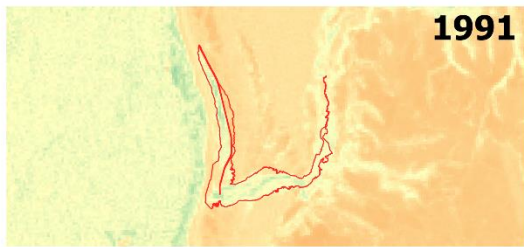
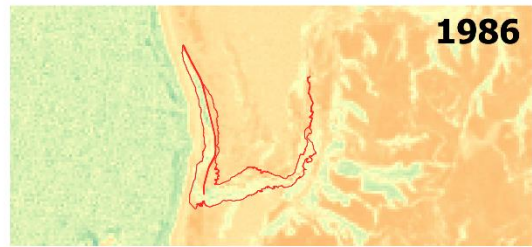
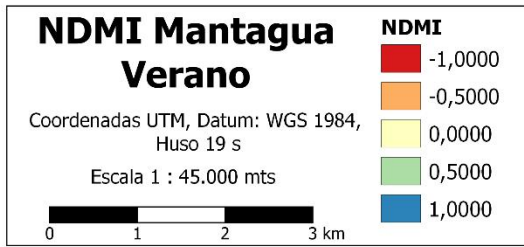
Anexo 10; Índice espectral NDVI para invierno del humedal Mantagua.



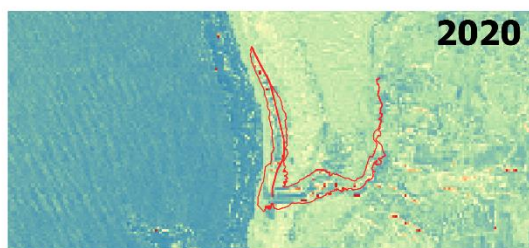
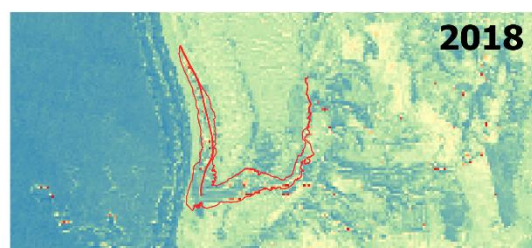
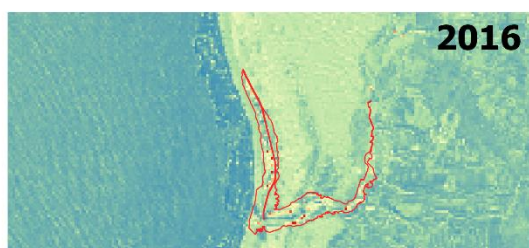
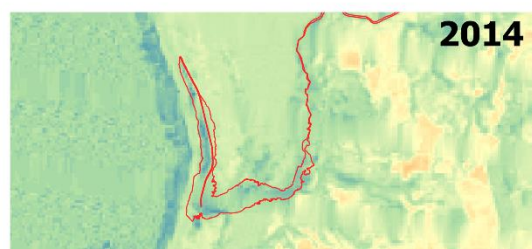
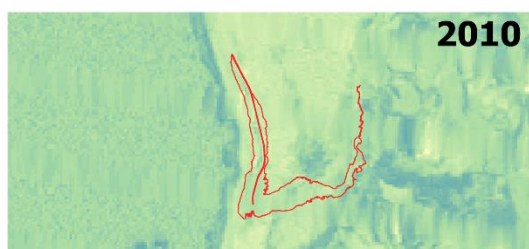
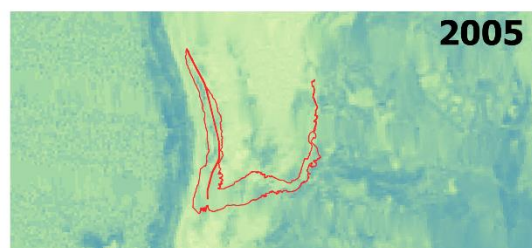
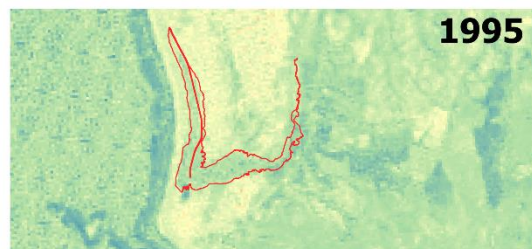
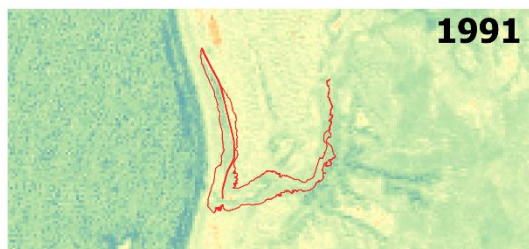
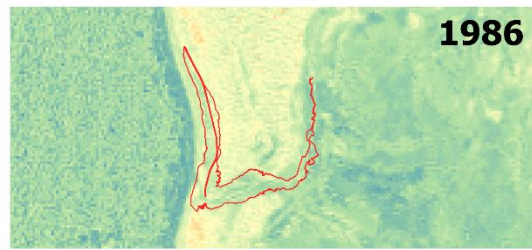
Anexo 11; Índice espectral NDVI para verano del humedal Mantagua.



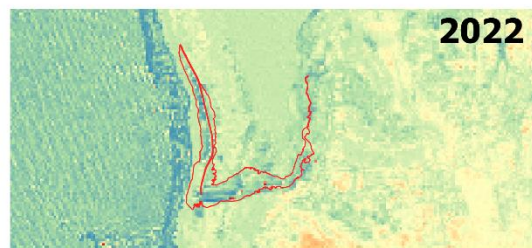
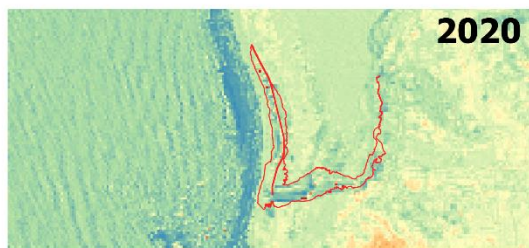
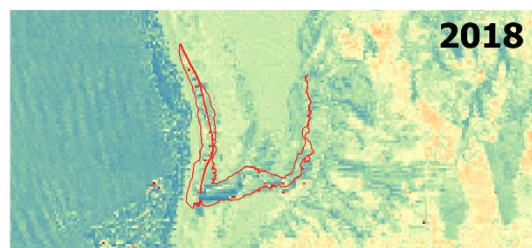
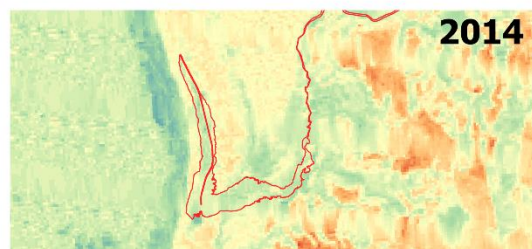
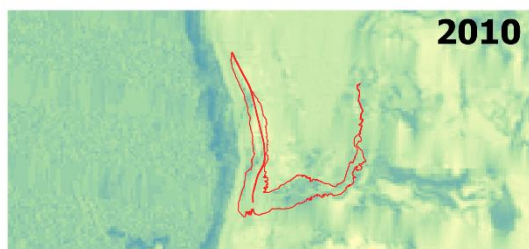
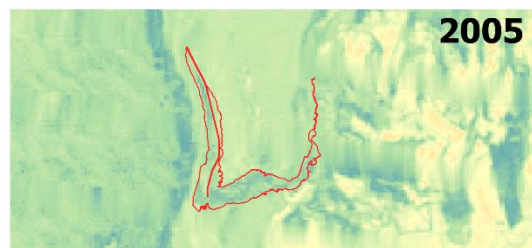
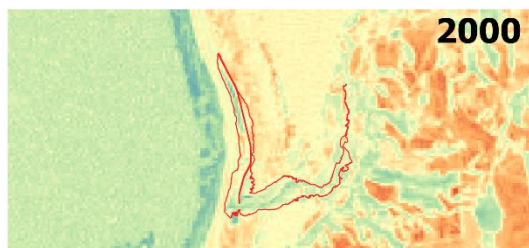
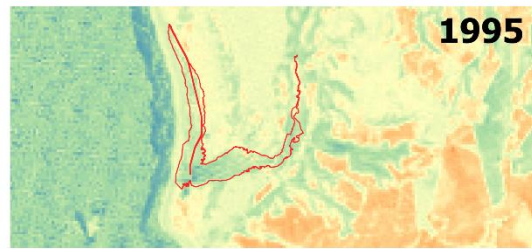
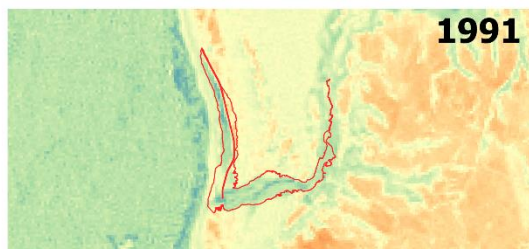
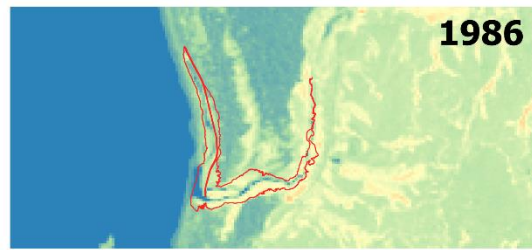
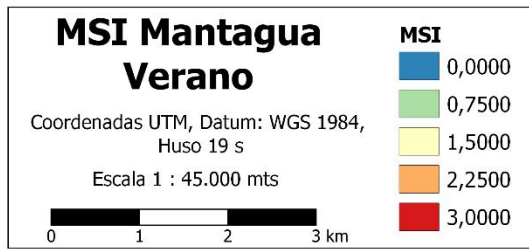
Anexo 12; Índice espectral NDMI para invierno del humedal Mantagua.



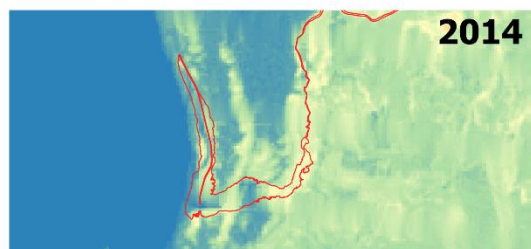
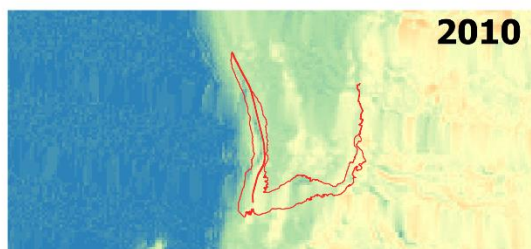
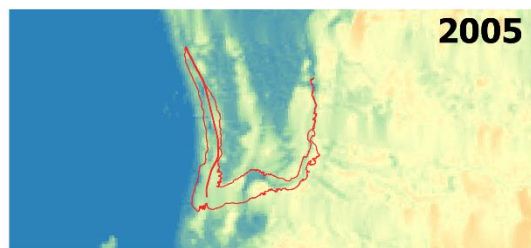
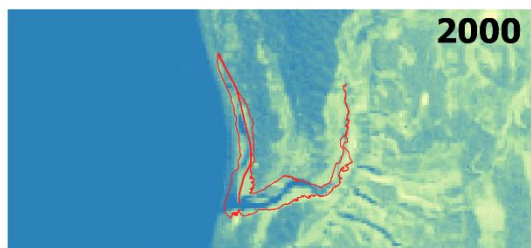
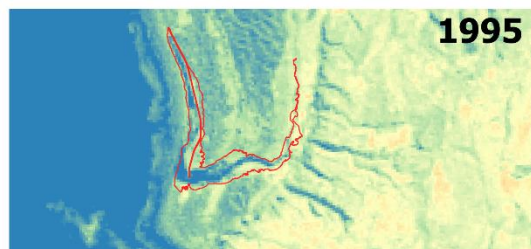
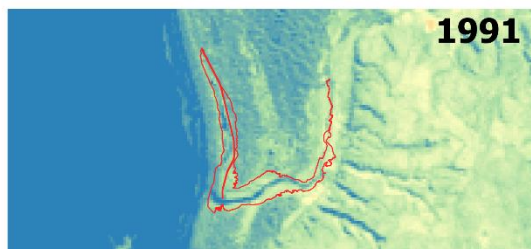
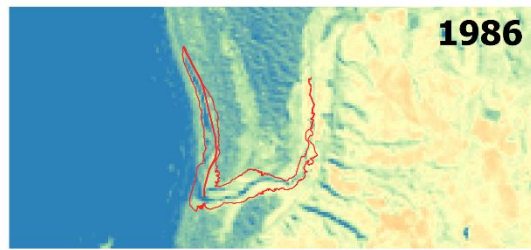
Anexo 13; Índice espectral NDMI para verano del humedal Mantagua.



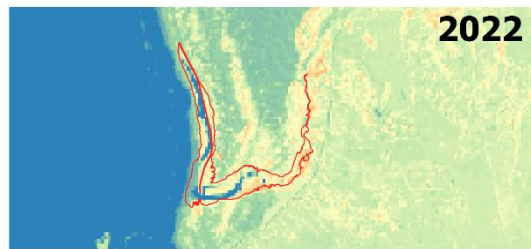
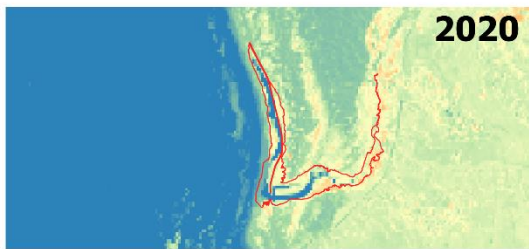
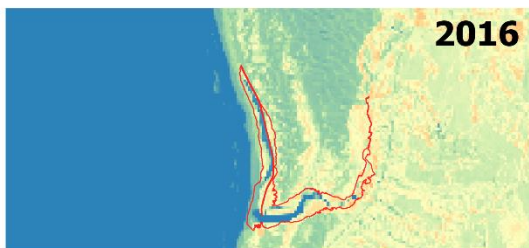
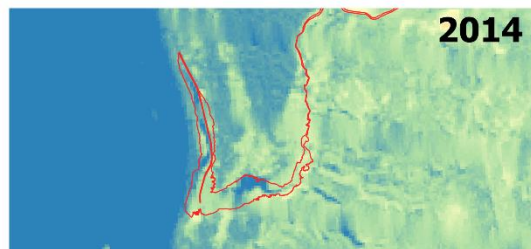
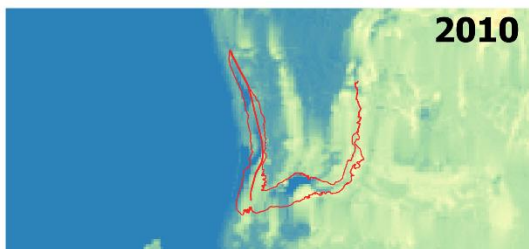
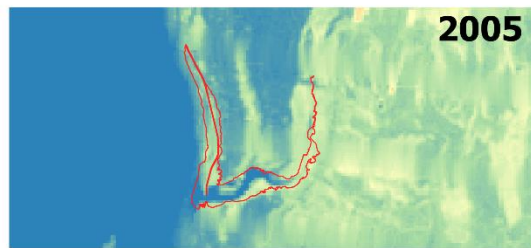
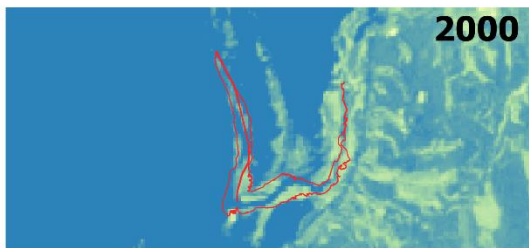
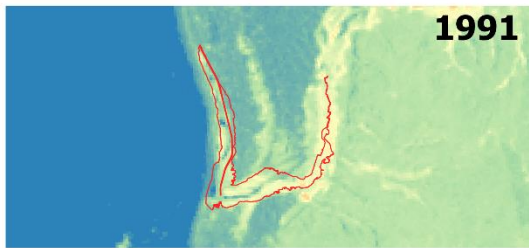
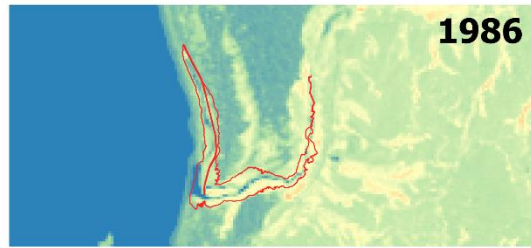
Anexo 14; Índice espectral MSI para invierno del humedal Mantagua.



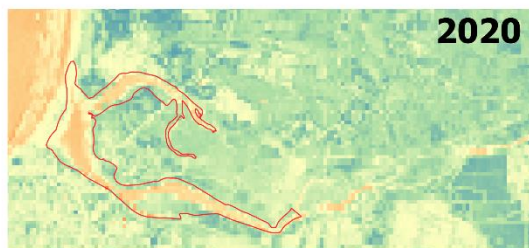
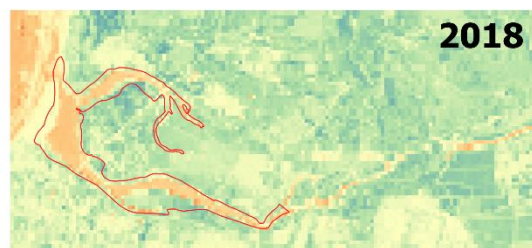
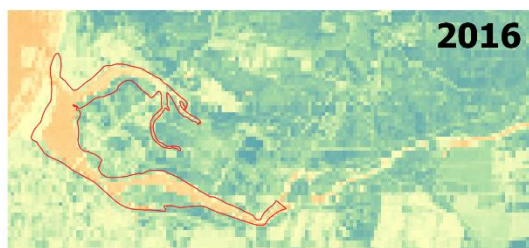
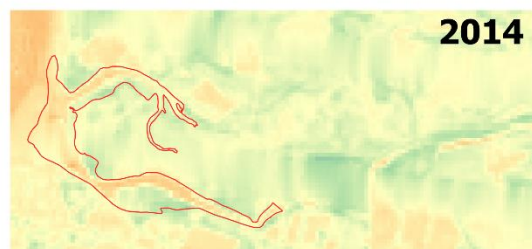
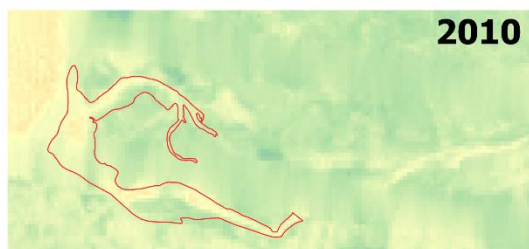
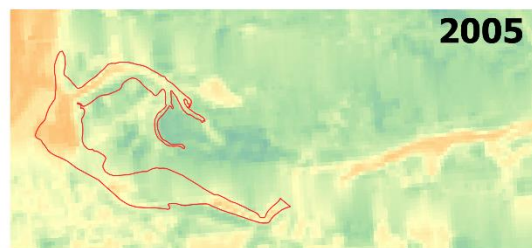
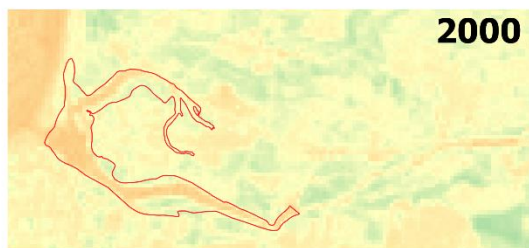
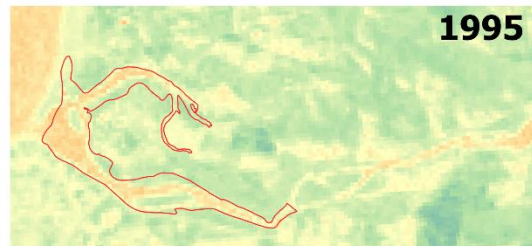
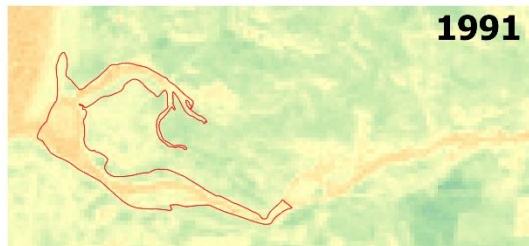
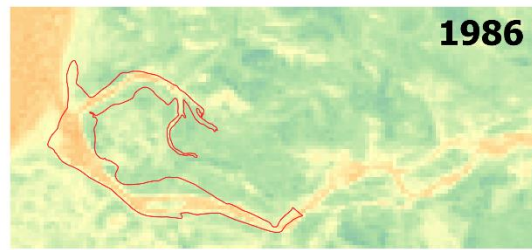
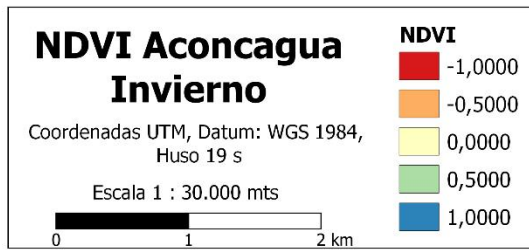
Anexo 15; Índice espectral MSI para verano del humedal Mantagua.



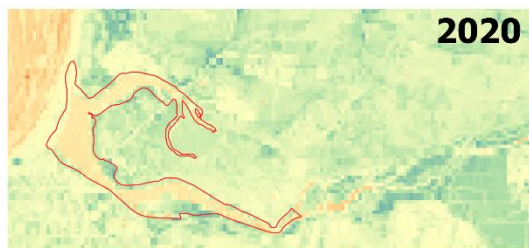
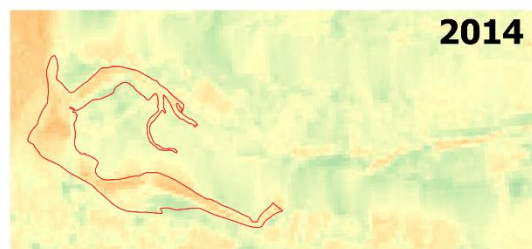
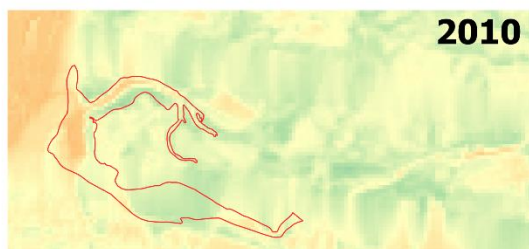
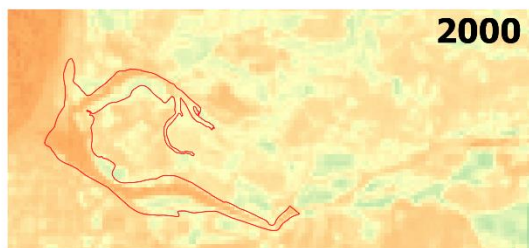
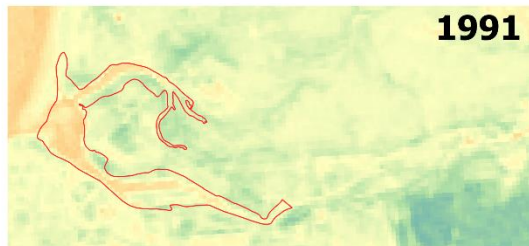
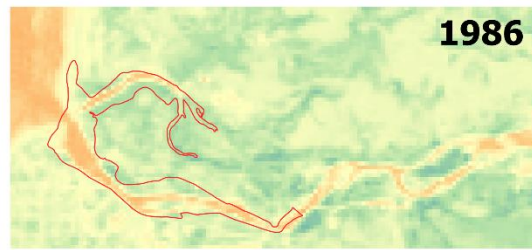
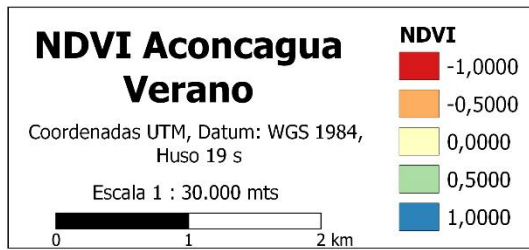
Anexo 16; Índice espectral NDWI para invierno del humedal Mantagua.



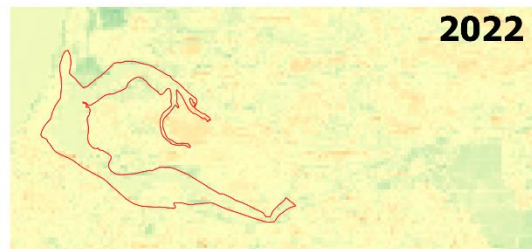
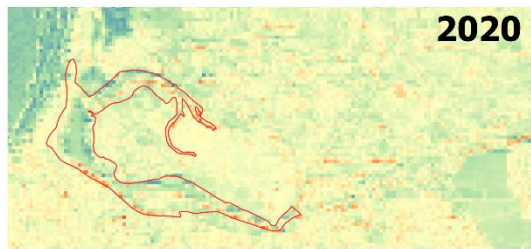
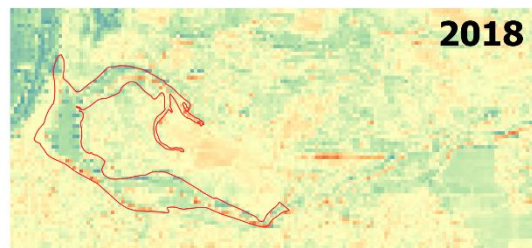
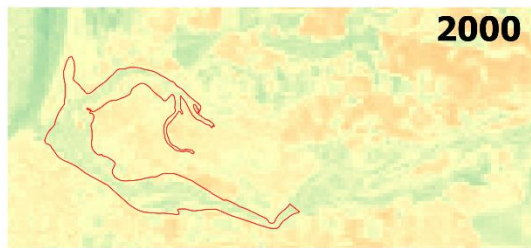
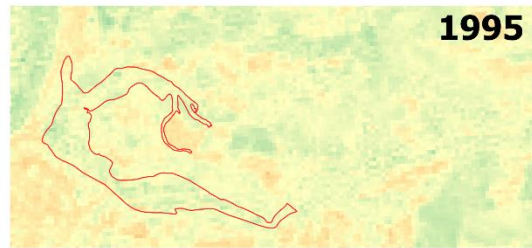
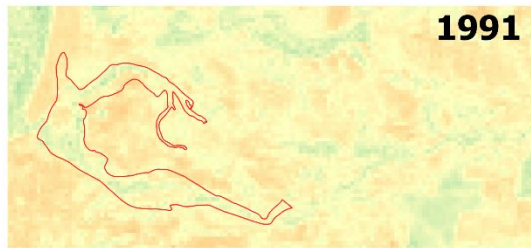
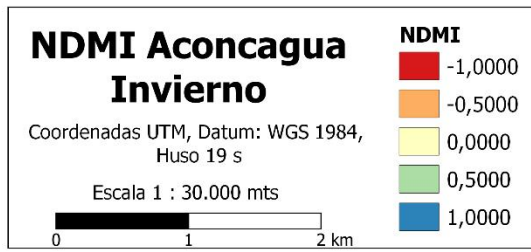
Anexo 17; Índice espectral NDWI para verano del humedal Mantagua.



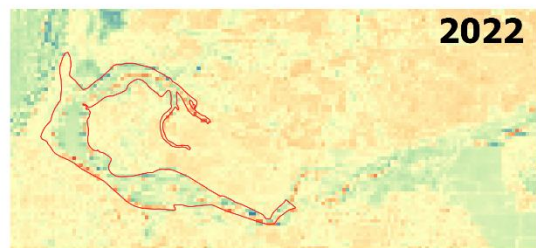
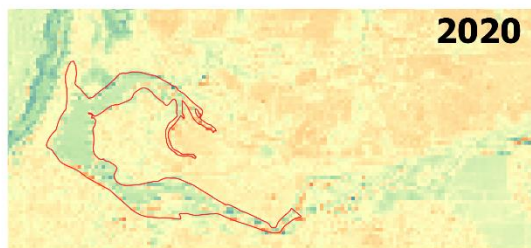
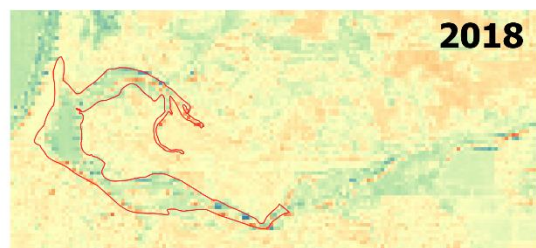
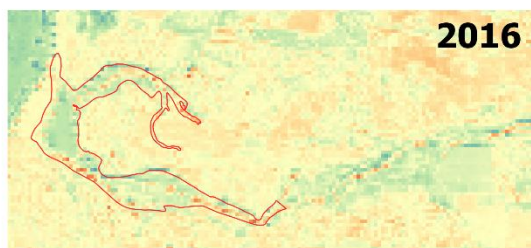
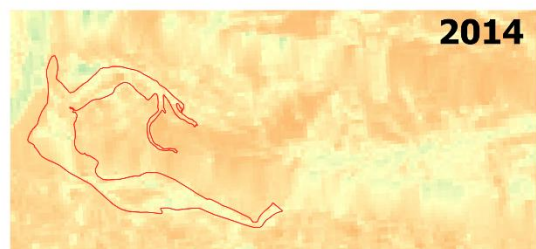
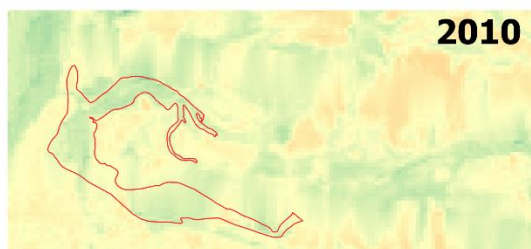
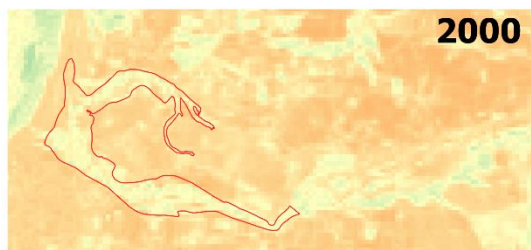
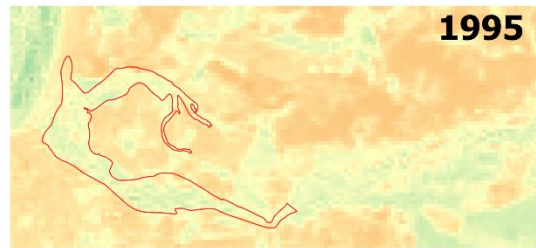
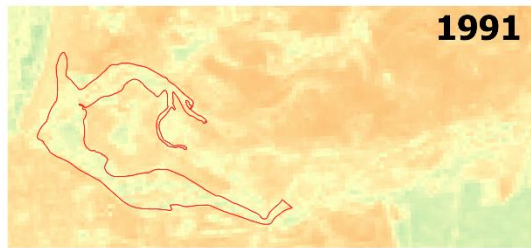
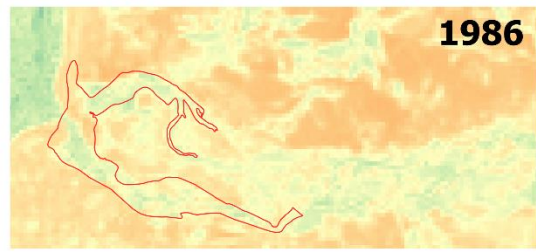
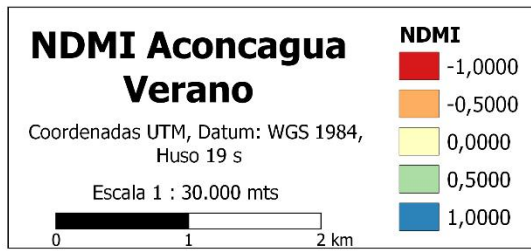
Anexo 18; Índice espectral NDVI para invierno del humedal Desembocadura del Río Aconcagua.



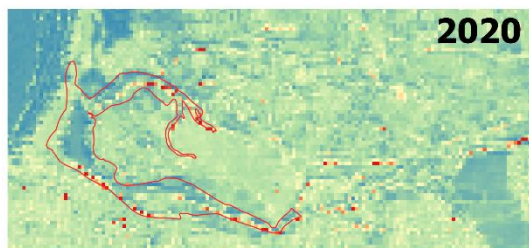
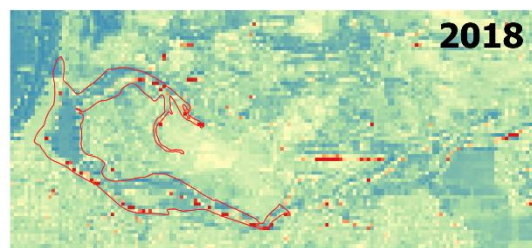
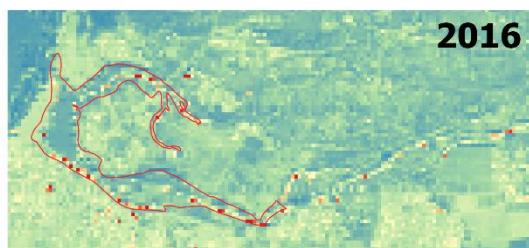
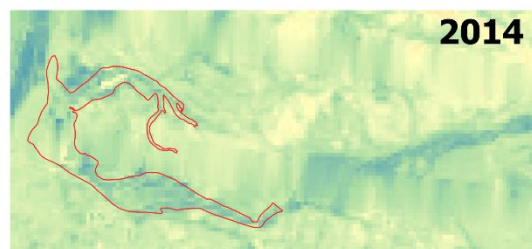
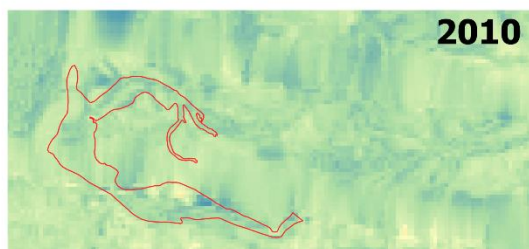
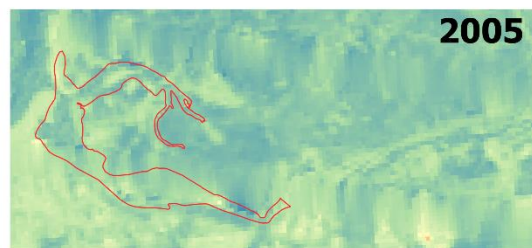
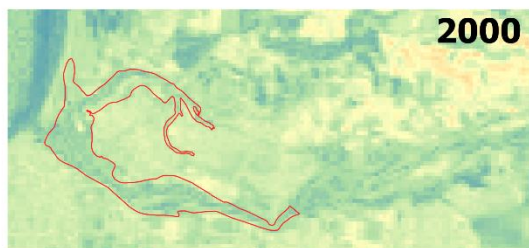
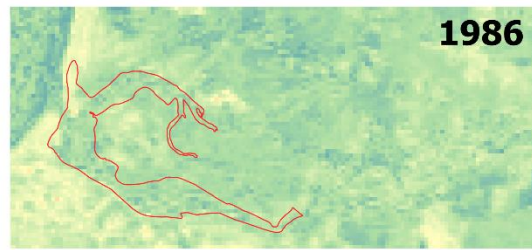
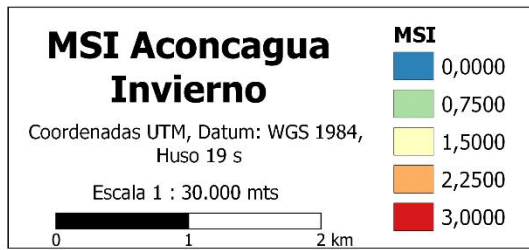
Anexo 19; Índice espectral NDVI para verano del humedal Desembocadura del Río Aconcagua.



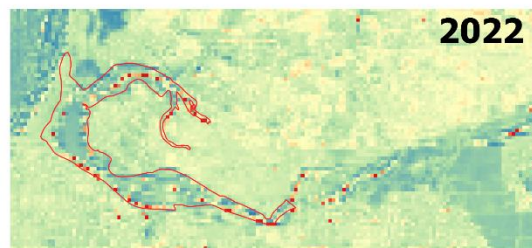
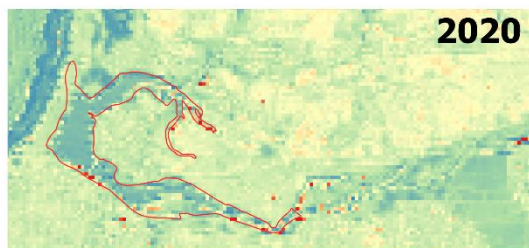
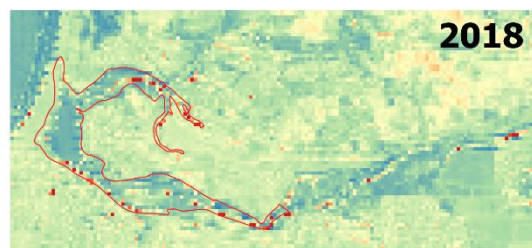
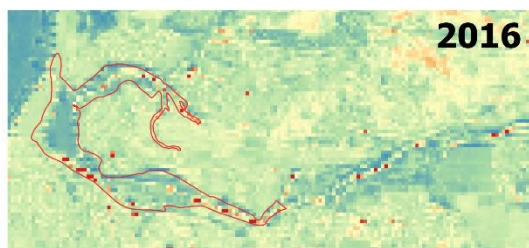
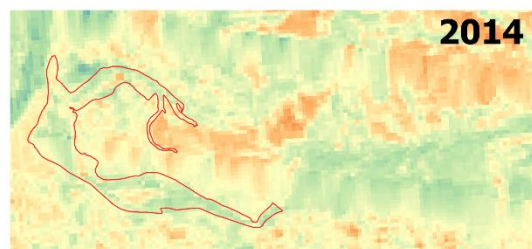
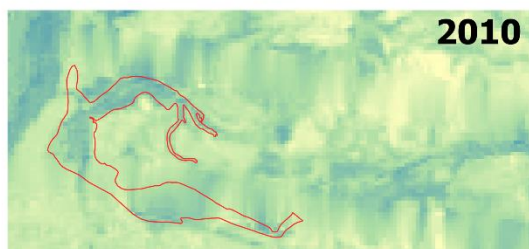
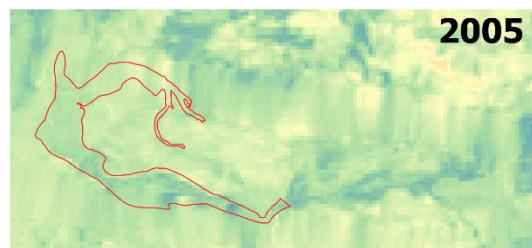
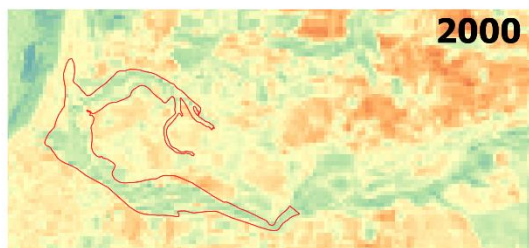
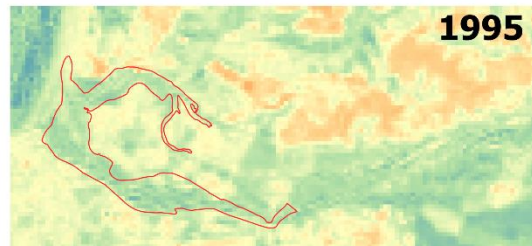
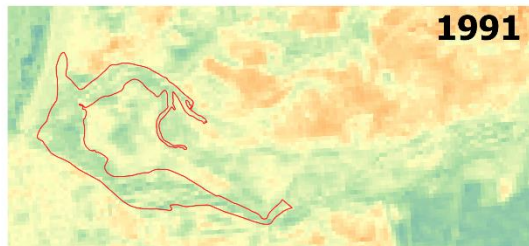
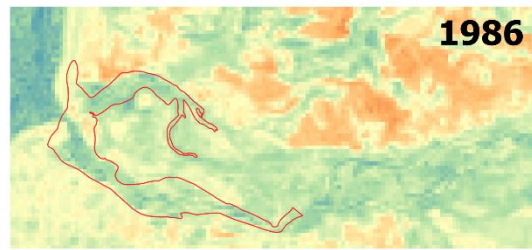
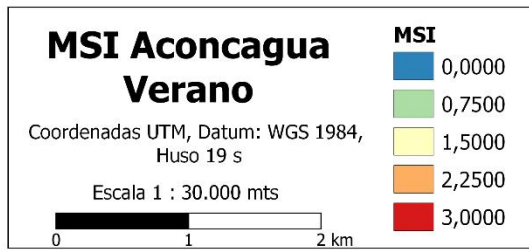
Anexo 20; Índice espectral NDMI para invierno del humedal Desembocadura del Río Aconcagua.



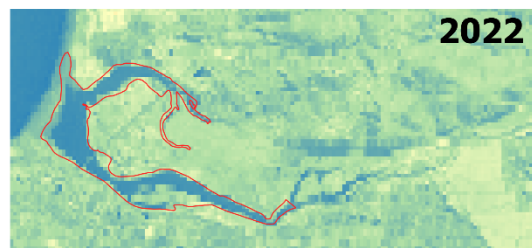
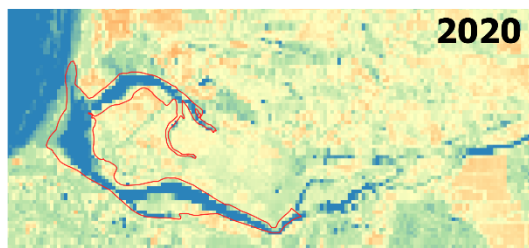
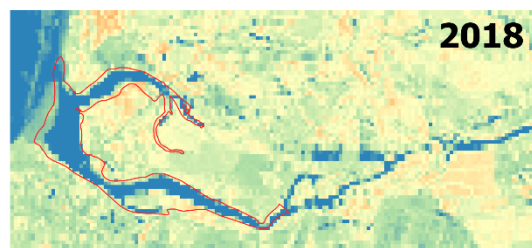
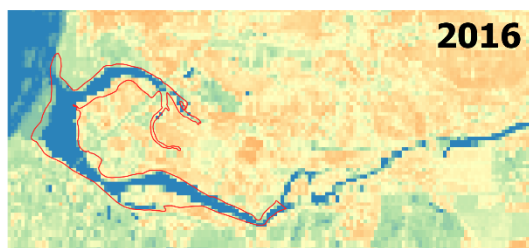
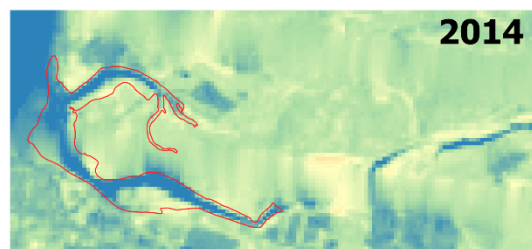
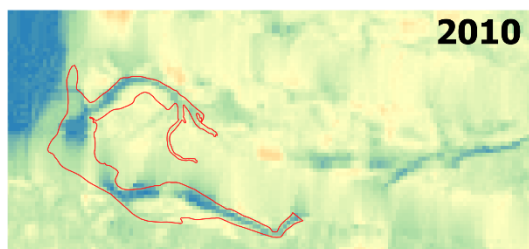
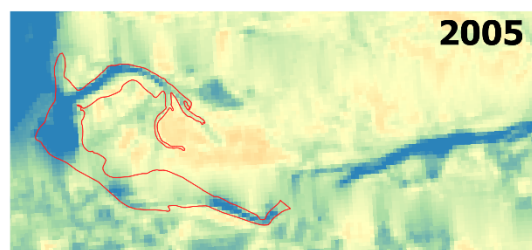
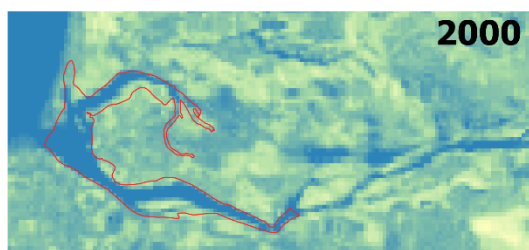
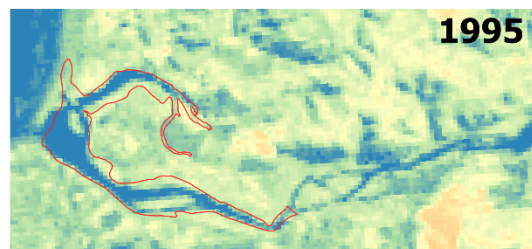
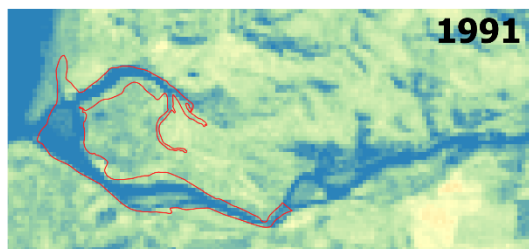
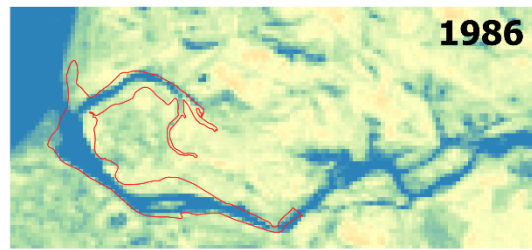
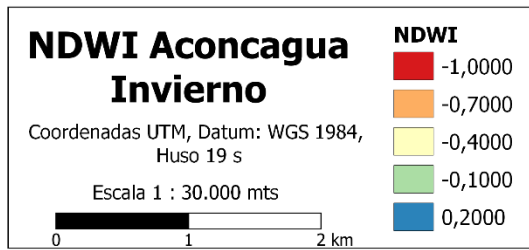
Anexo 21; Índice espectral NDMI para verano del humedal Desembocadura del Río Aconcagua.



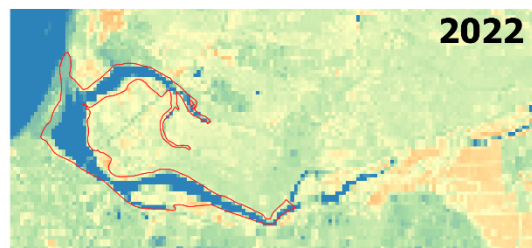
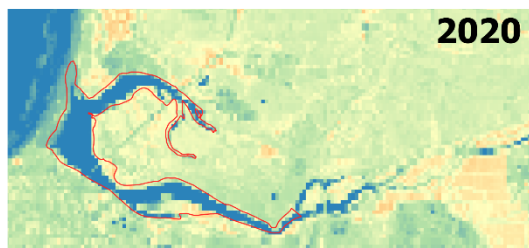
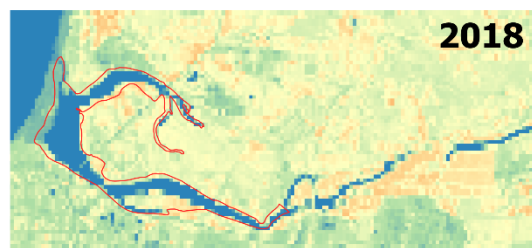
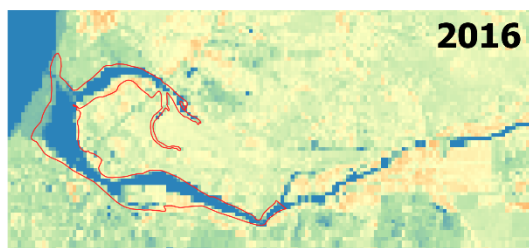
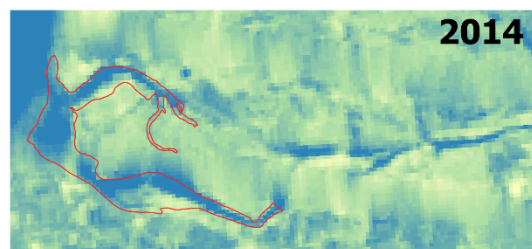
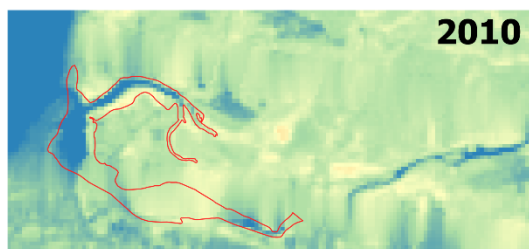
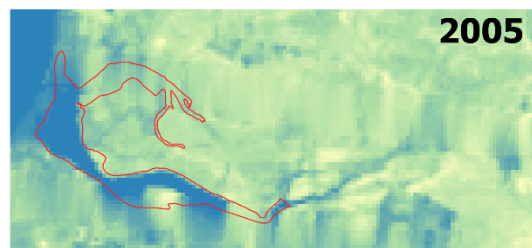
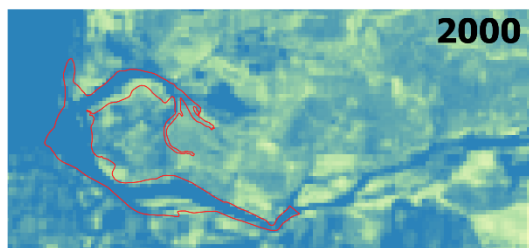
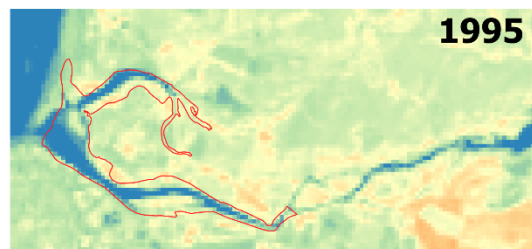
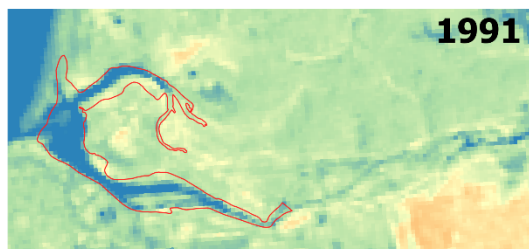
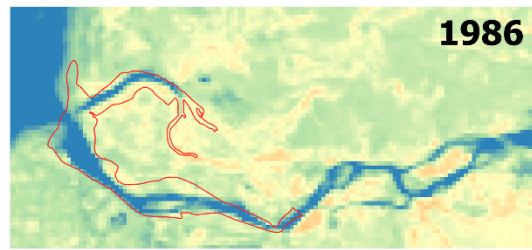
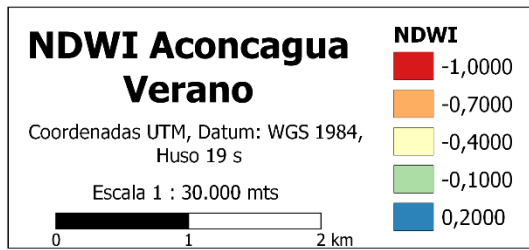
Anexo 22; Índice espectral MSI para invierno del humedal Desembocadura del Río Aconcagua.



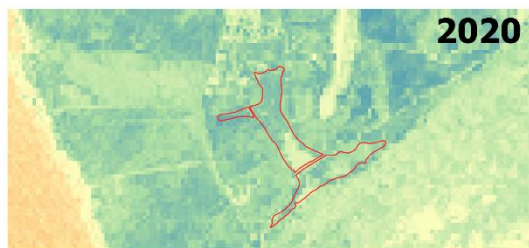
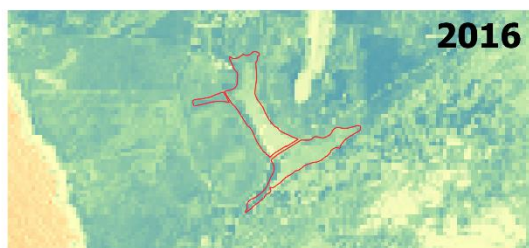
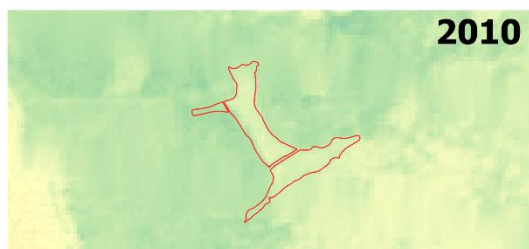
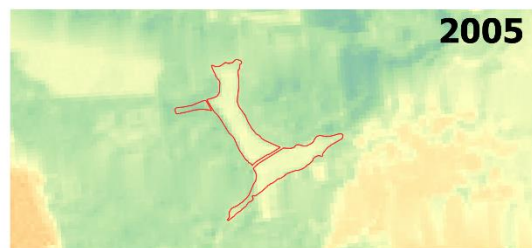
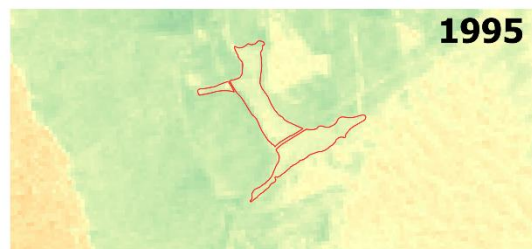
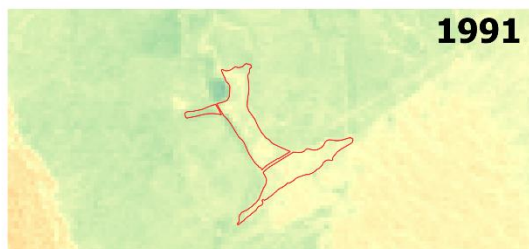
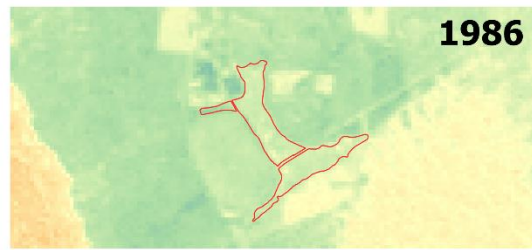
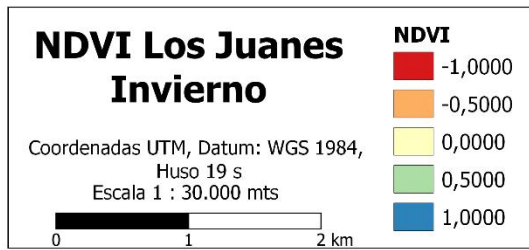
Anexo 23; Índice espectral MSI para verano del humedal Desembocadura del Río Aconcagua.



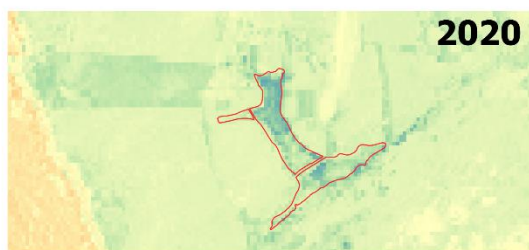
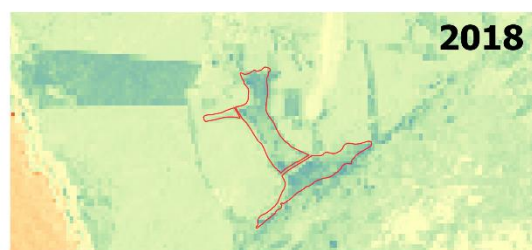
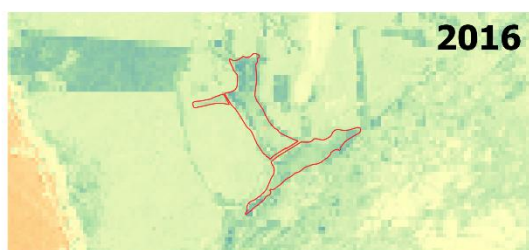
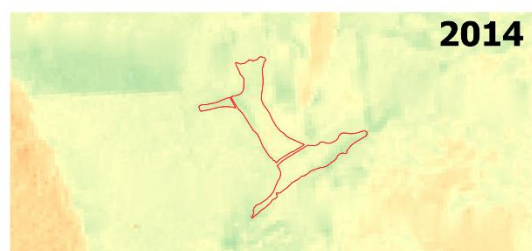
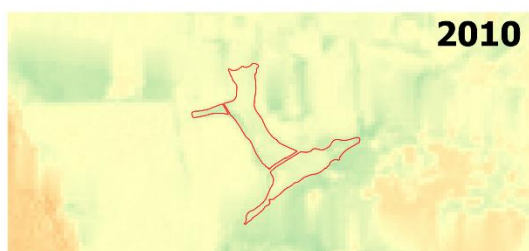
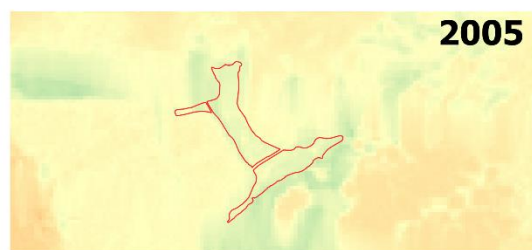
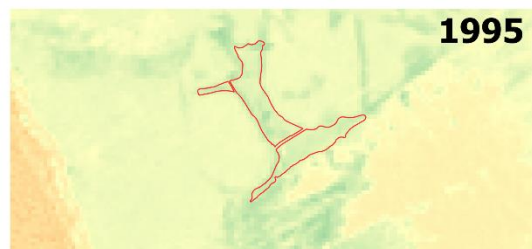
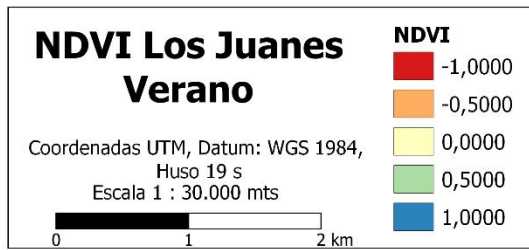
Anexo 24; Índice espectral NDWI para invierno del humedal Desembocadura del Río Aconcagua.



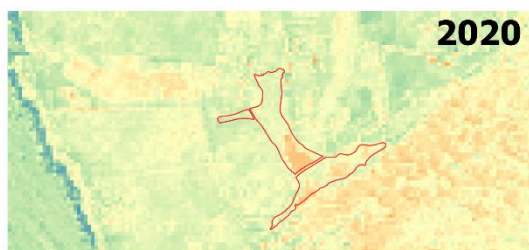
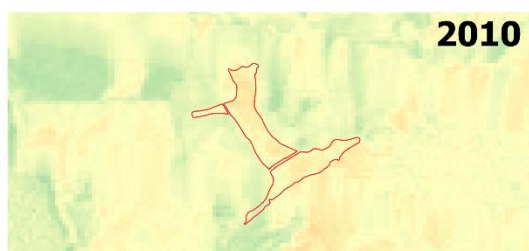
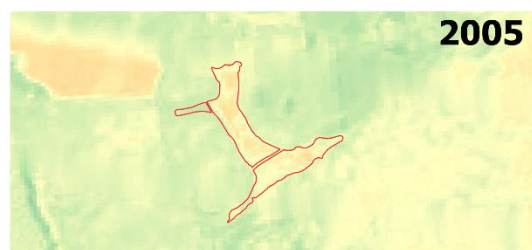
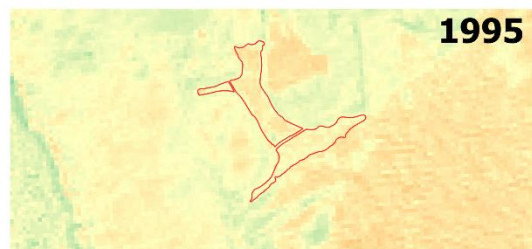
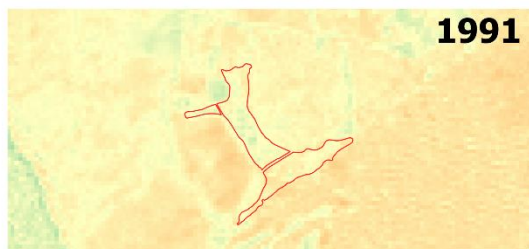
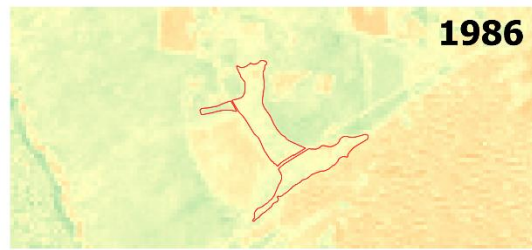
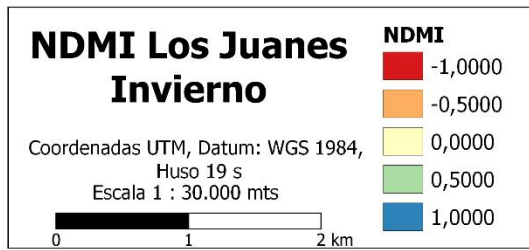
Anexo 25; Índice espectral NDWI para verano del humedal Desembocadura del Río Aconcagua.



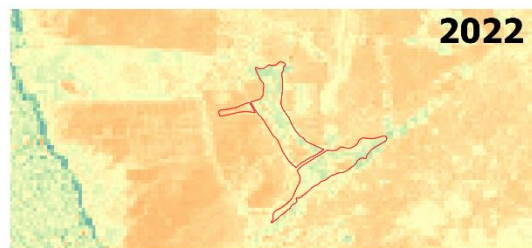
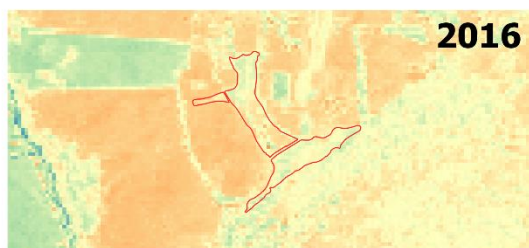
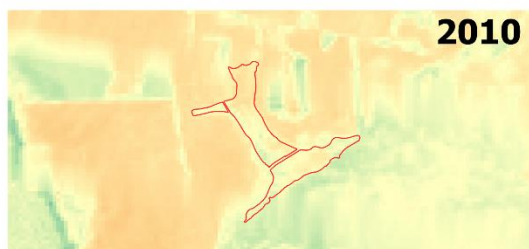
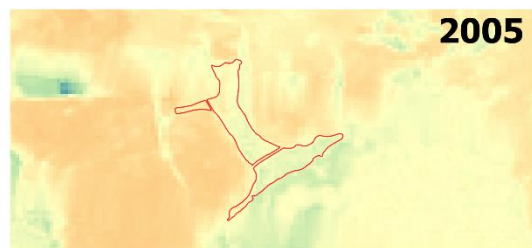
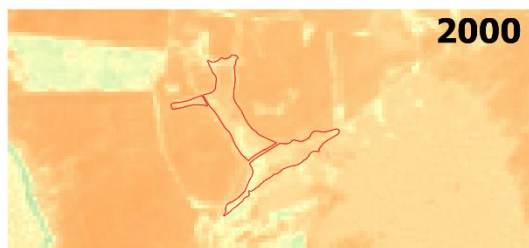
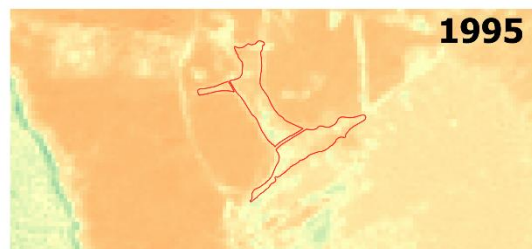
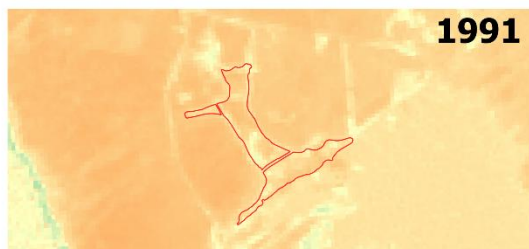
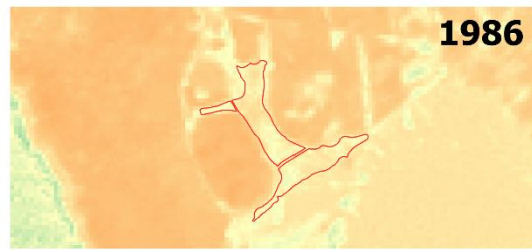
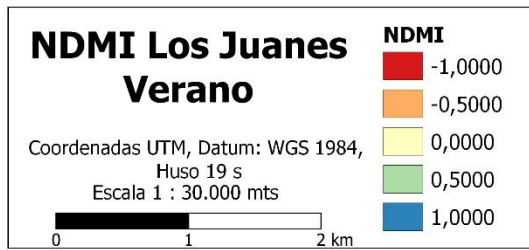
Anexo 26; Índice espectral NDVI para invierno del humedal Los Juanes.



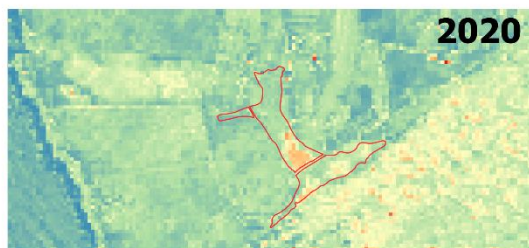
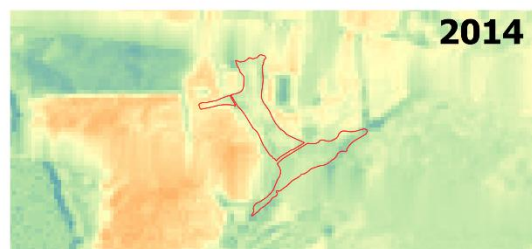
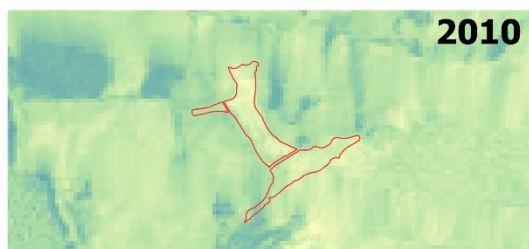
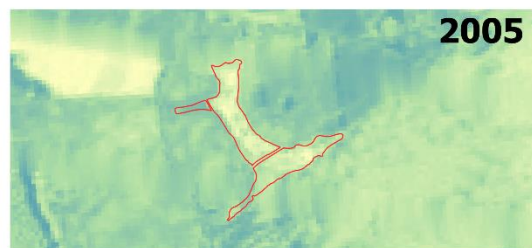
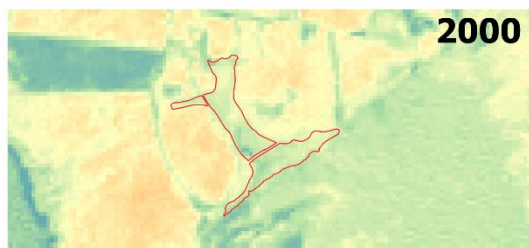
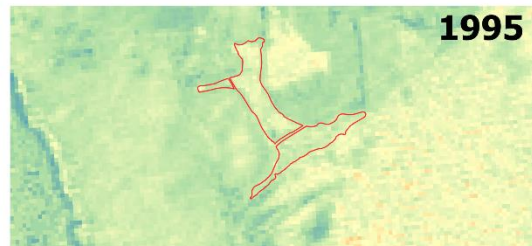
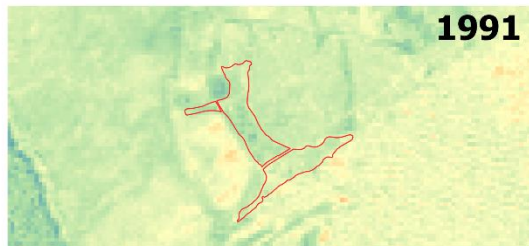
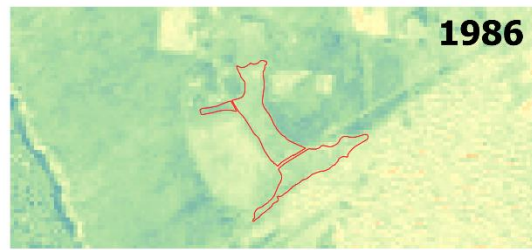
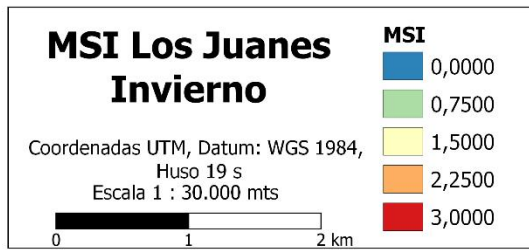
Anexo 27; Índice espectral NDVI para verano del humedal Los Juanes.



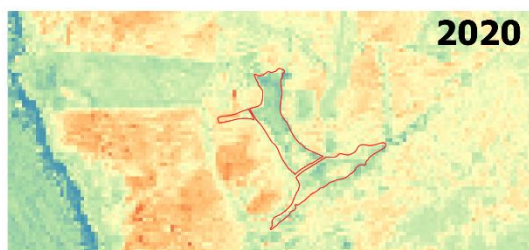
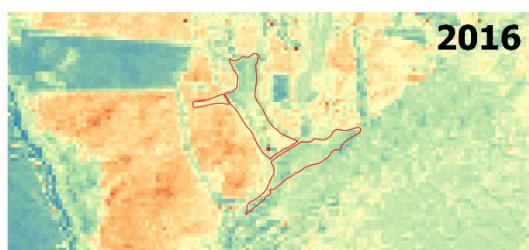
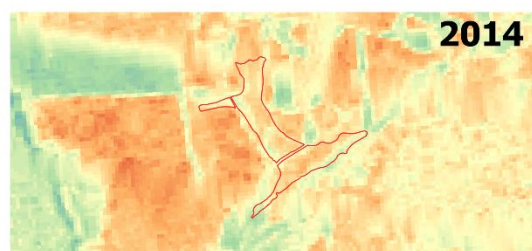
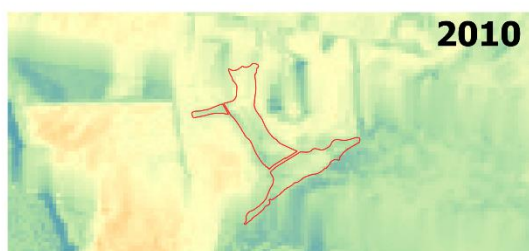
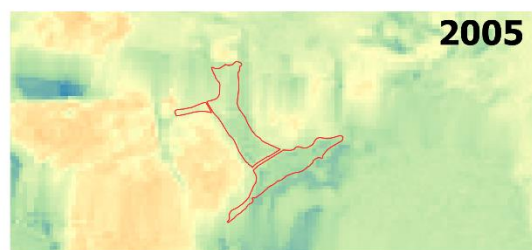
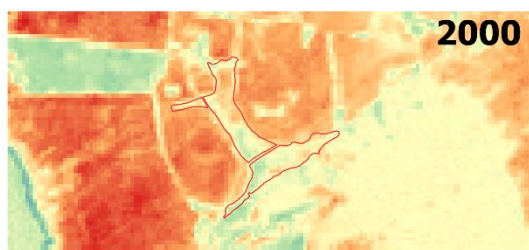
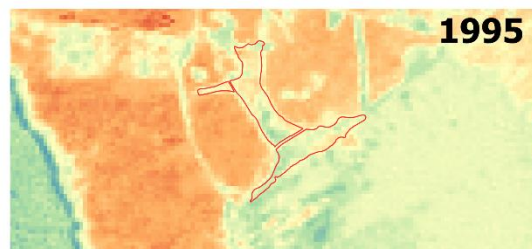
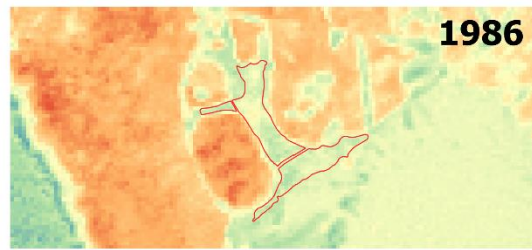
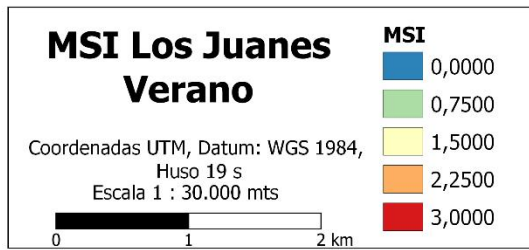
Anexo 28; Índice espectral NDMI para invierno del humedal Los Juanes.



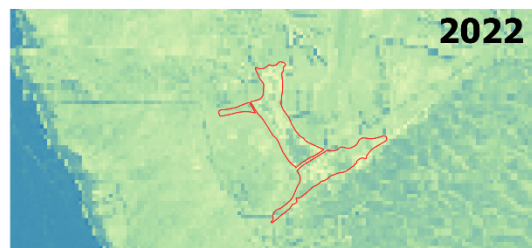
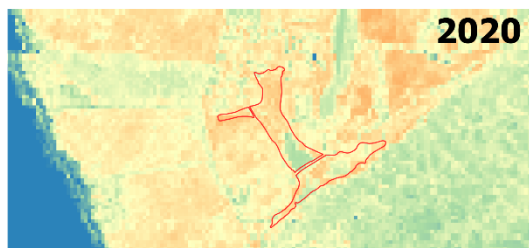
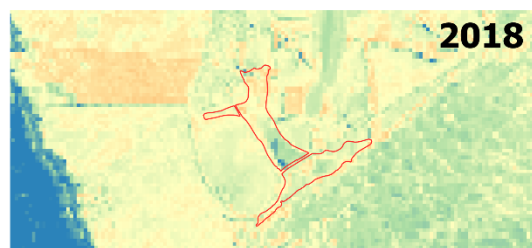
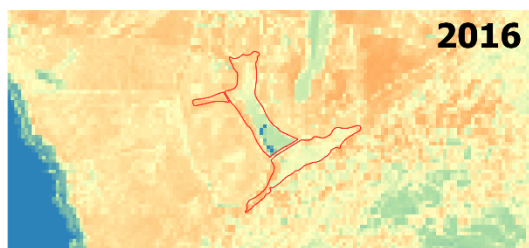
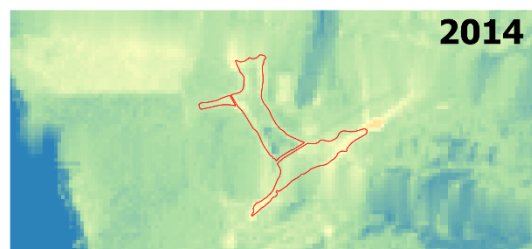
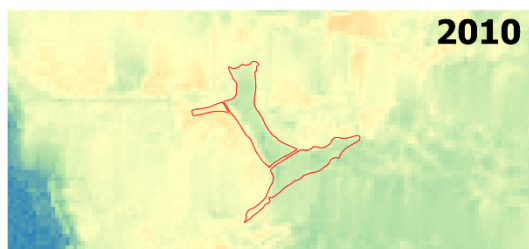
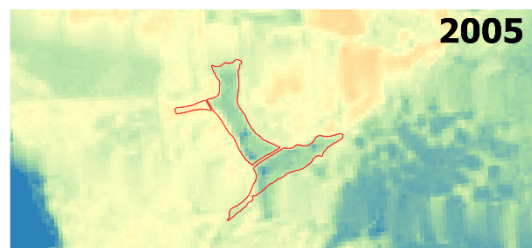
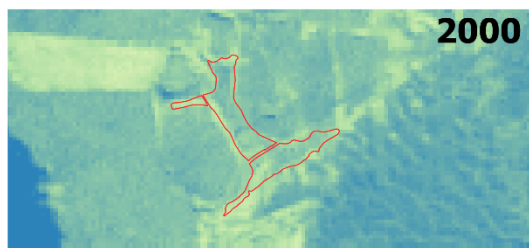
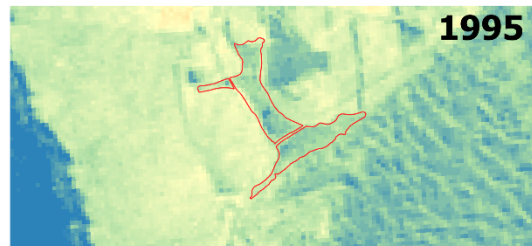
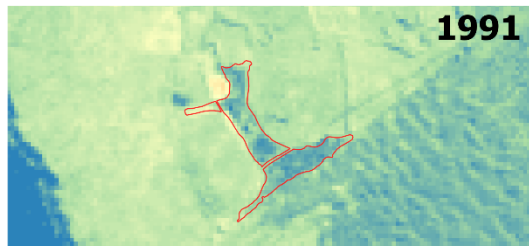
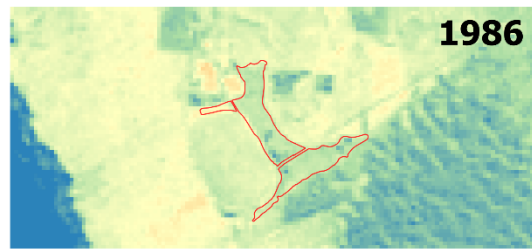
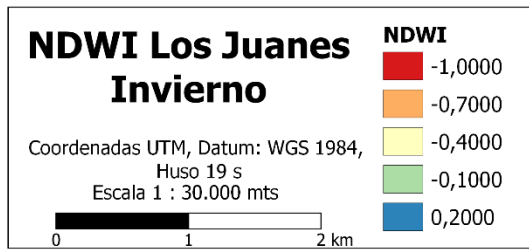
Anexo 29; Índice espectral NDMI para verano del humedal Los Juanes.



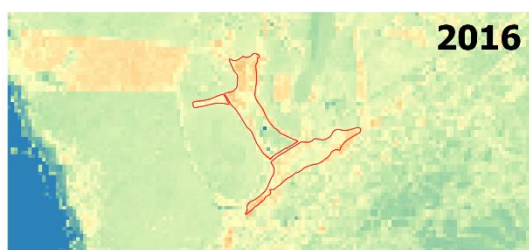
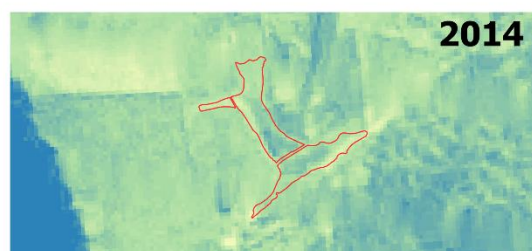
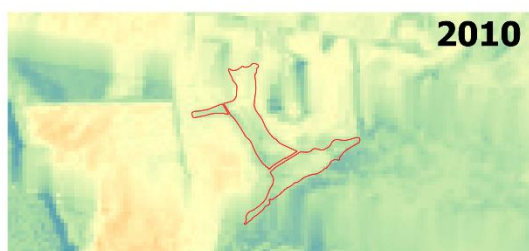
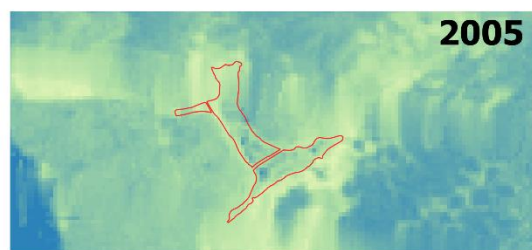
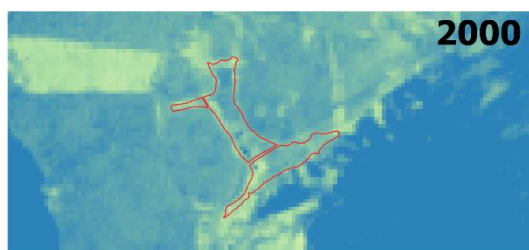
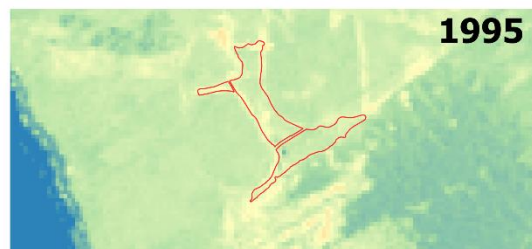
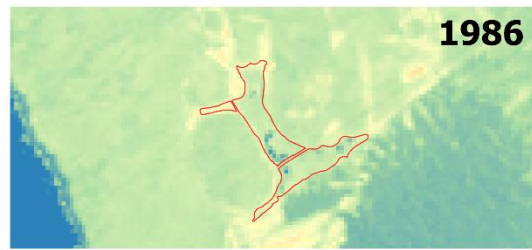
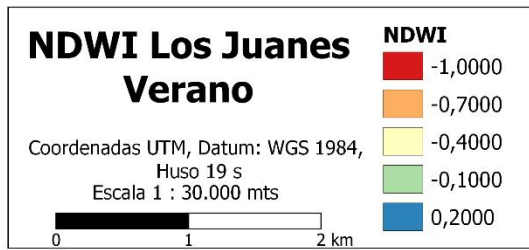
Anexo 30; Índice espectral MSI para invierno del humedal Los Juanes.



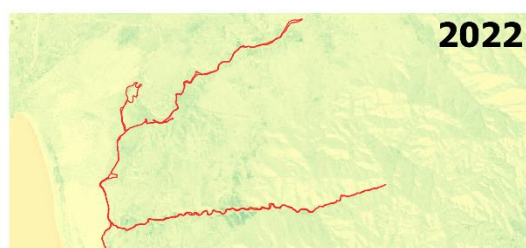
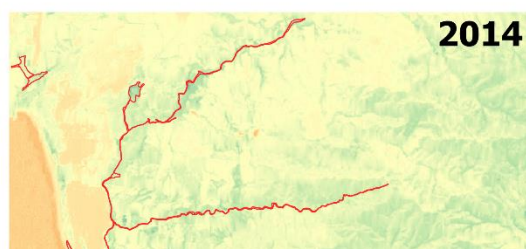
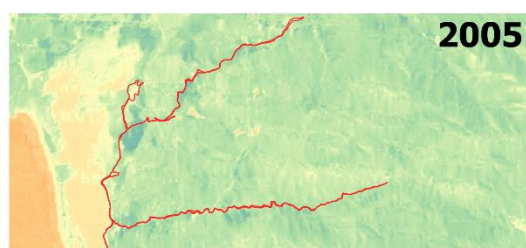
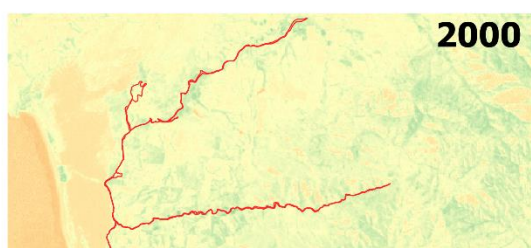
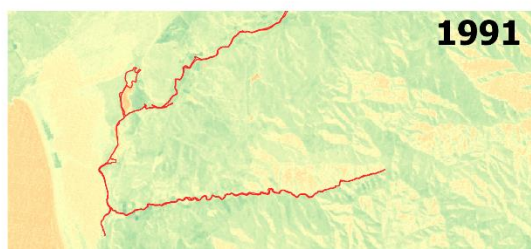
Anexo 31; Índice espectral MSI para verano del humedal Los Juanes.



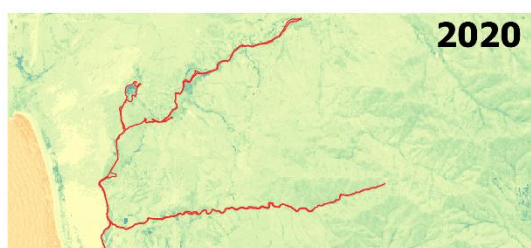
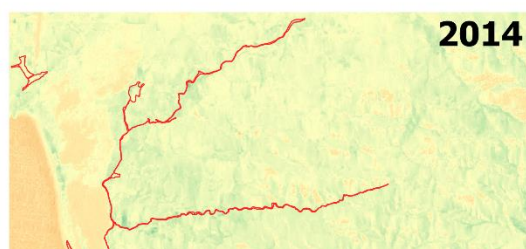
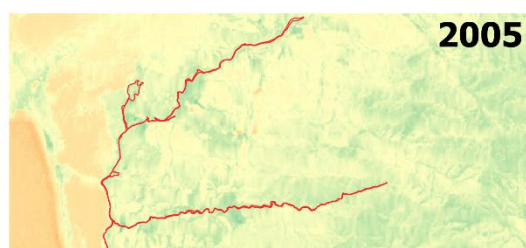
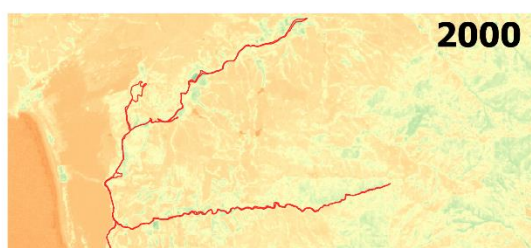
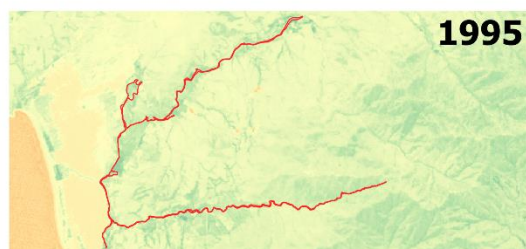
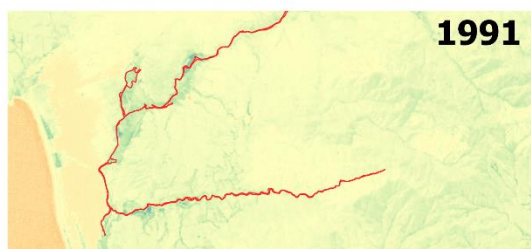
Anexo 32; Índice espectral NDWI para invierno del humedal Los Juanes.



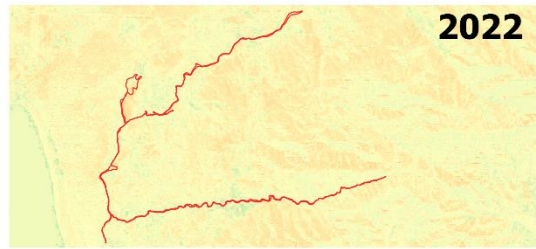
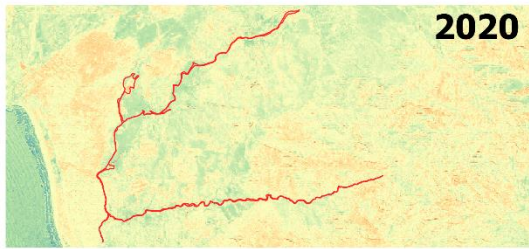
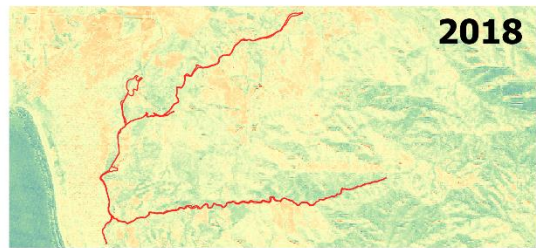
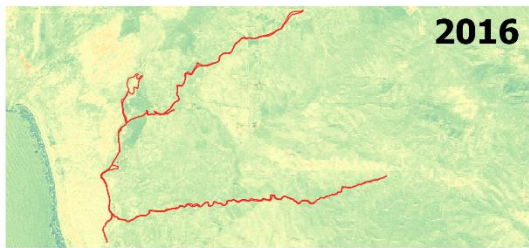
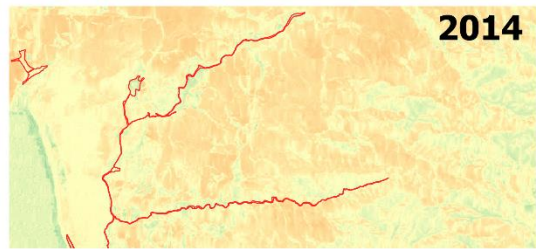
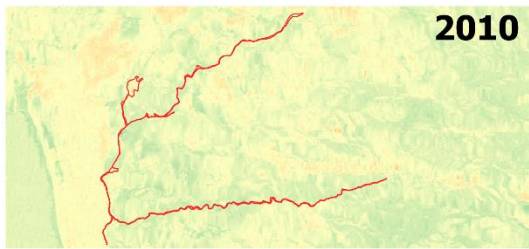
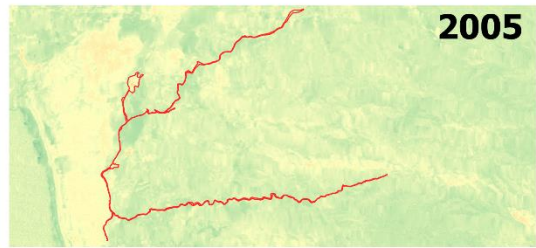
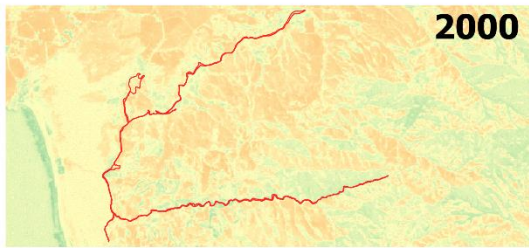
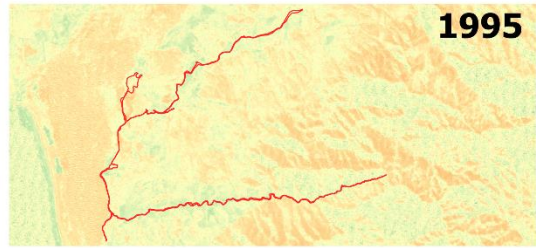
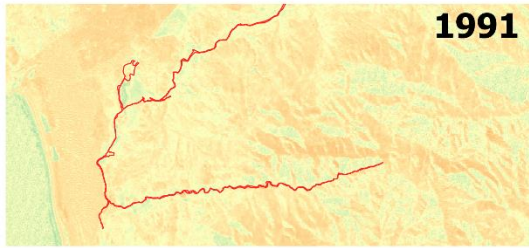
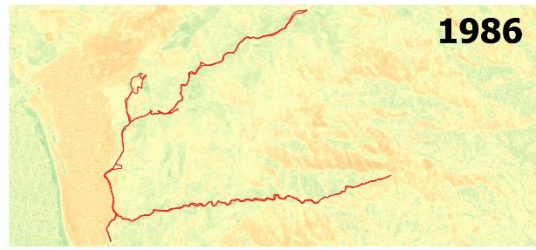
Anexo 33; Índice espectral NDWI para verano del humedal Los Juanes.



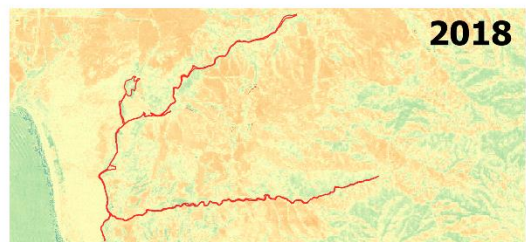
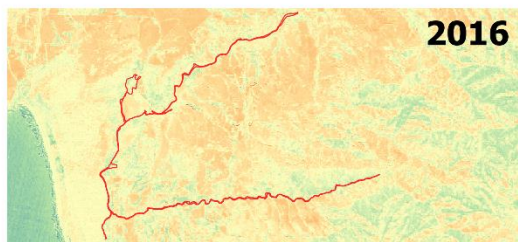
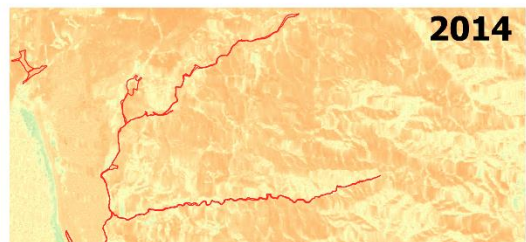
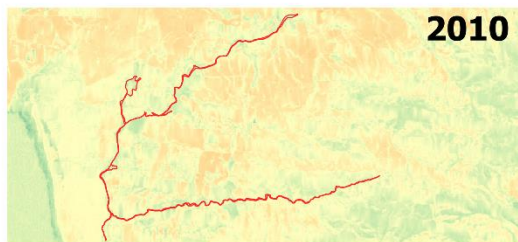
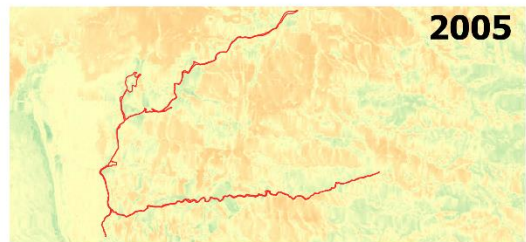
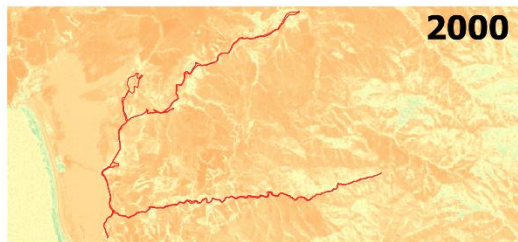
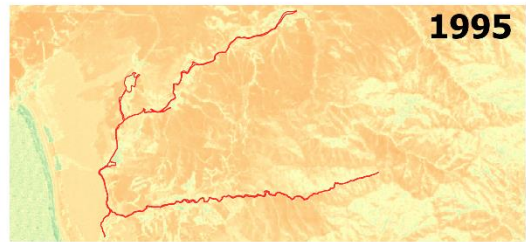
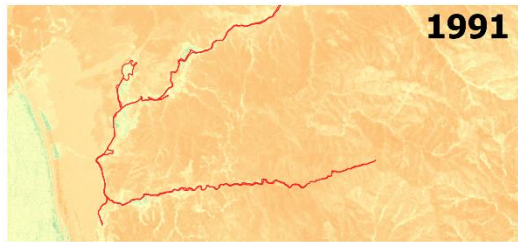
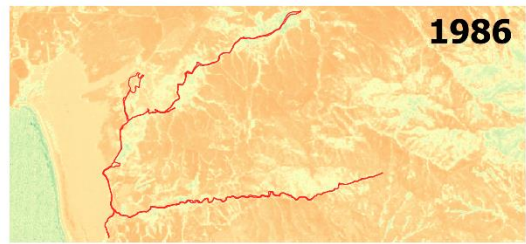
Anexo 34; Índice espectral NDVI para invierno de la red de humedales Esteros Mala Cara y Mantagua.



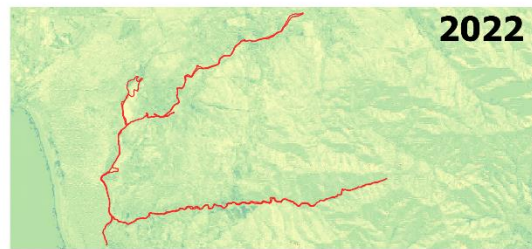
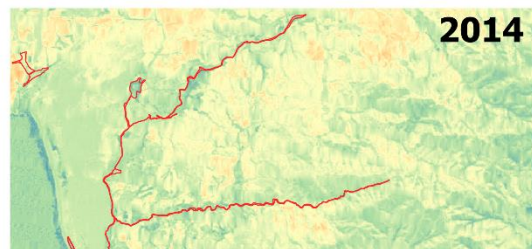
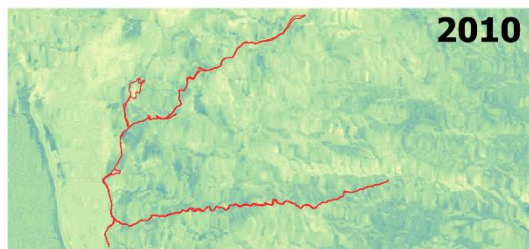
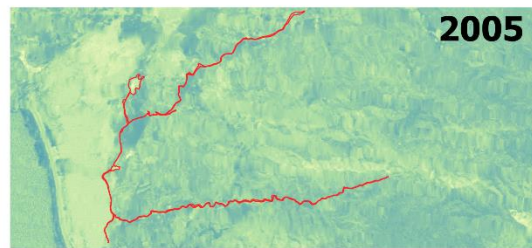
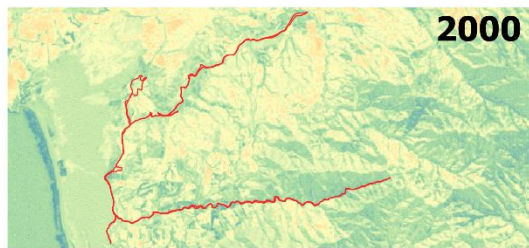
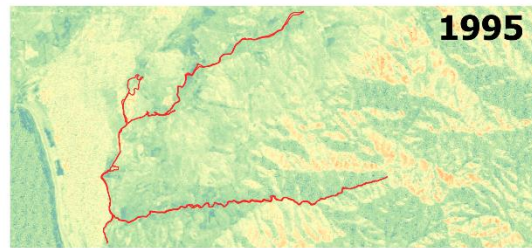
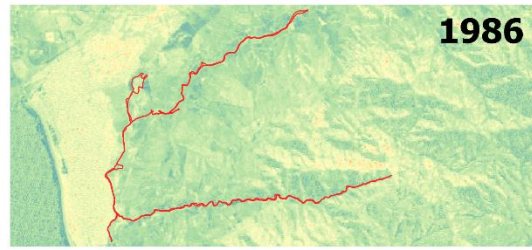
Anexo 35; Índice espectral NDVI para verano de la red de humedales Esteros Mala Cara y Mantagua.



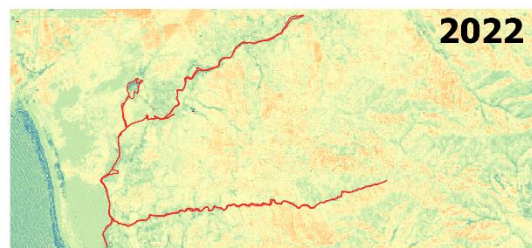
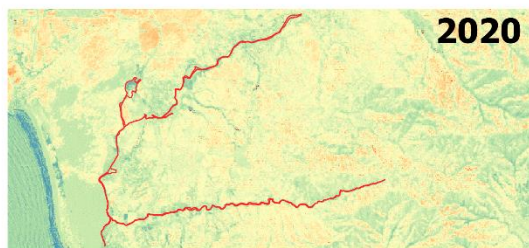
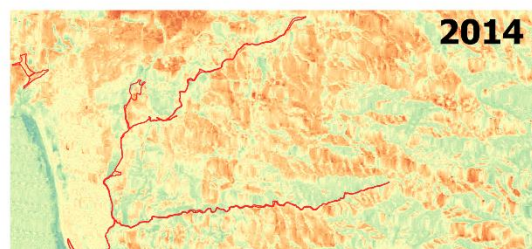
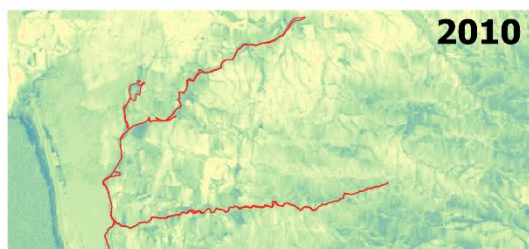
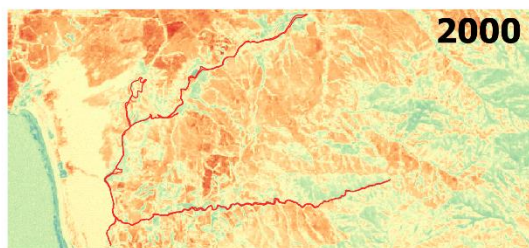
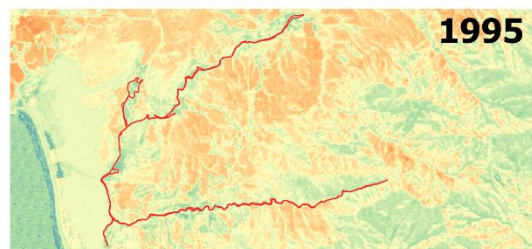
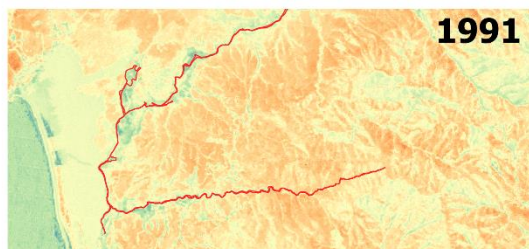
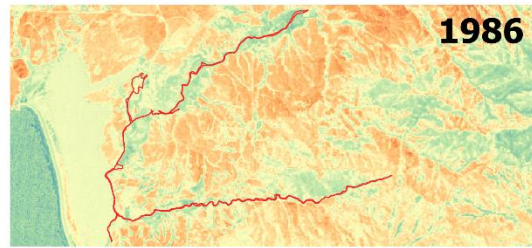
Anexo 36; Índice espectral NDMI para invierno de la red de humedales Esteros Mala Cara y Mantagua.



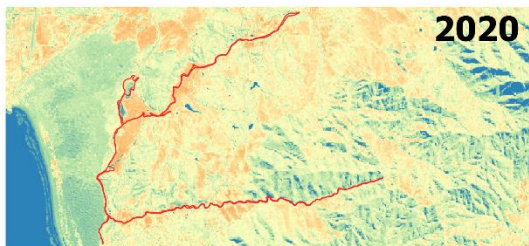
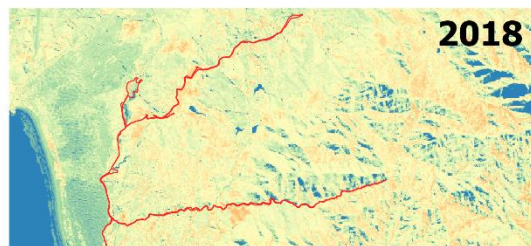
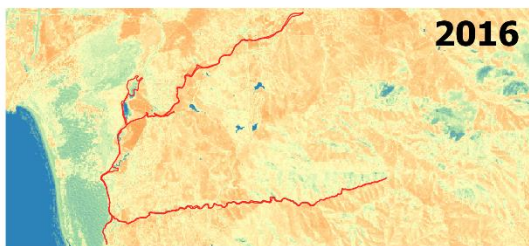
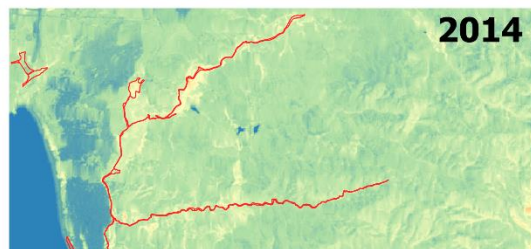
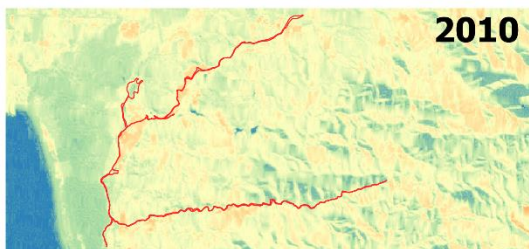
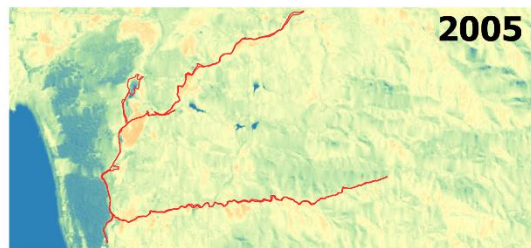
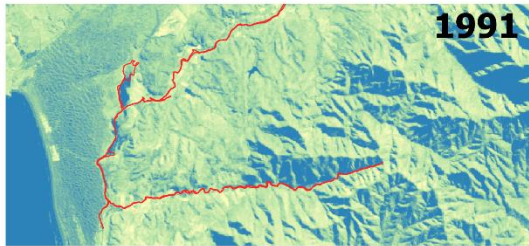
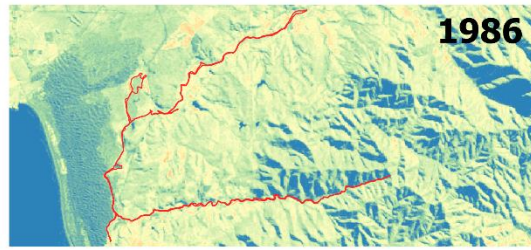
Anexo 37; Índice espectral NDMI para verano de la red de humedales Esteros Mala Cara y Mantagua.



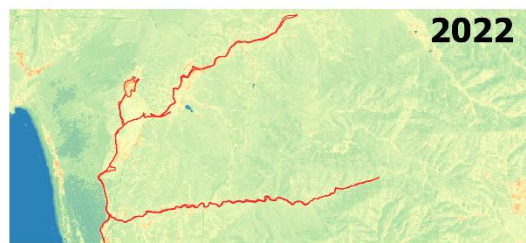
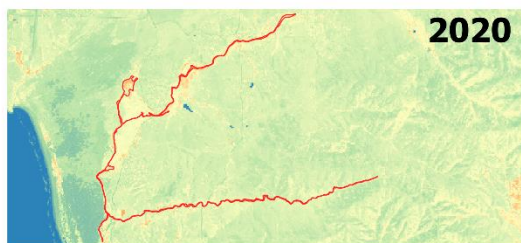
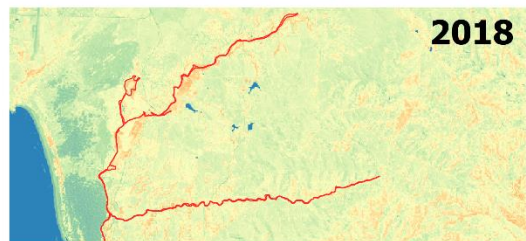
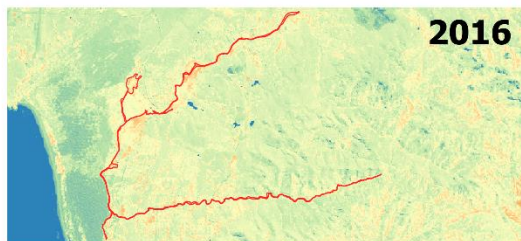
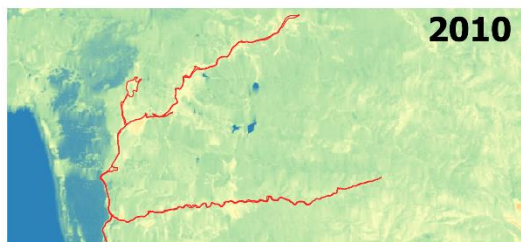
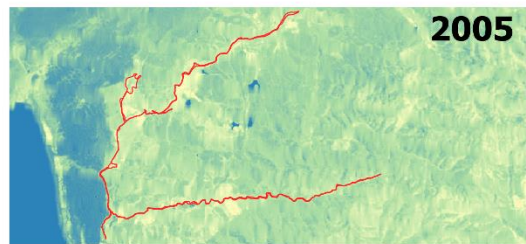
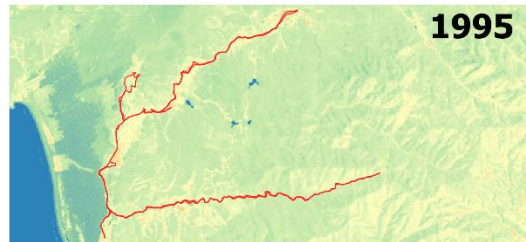
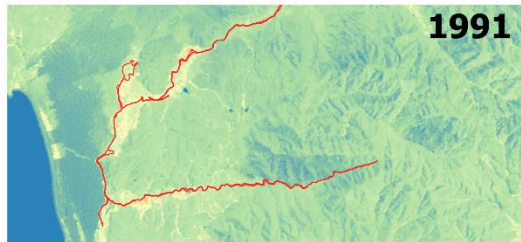
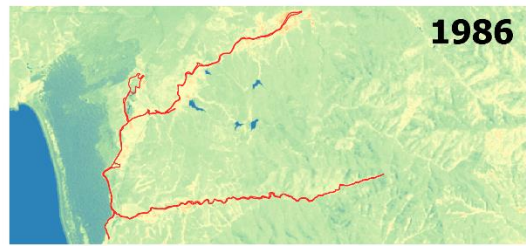
Anexo 38; Índice espectral MSI para invierno de la red de humedales Esteros Mala Cara y Mantagua.



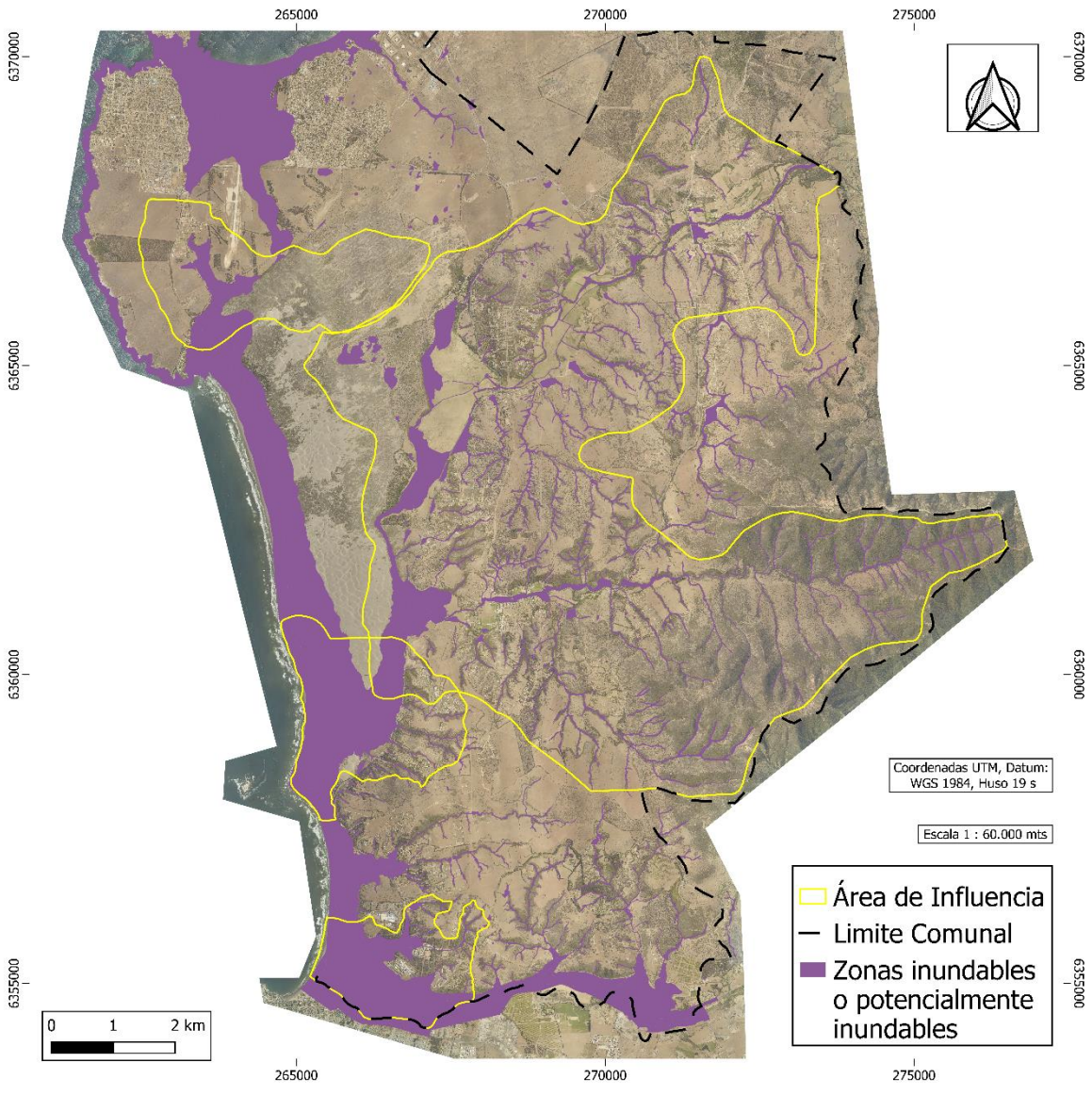
Anexo 39; Índice espectral MSI para verano de la red de humedales Esteros Mala Cara y Mantagua.



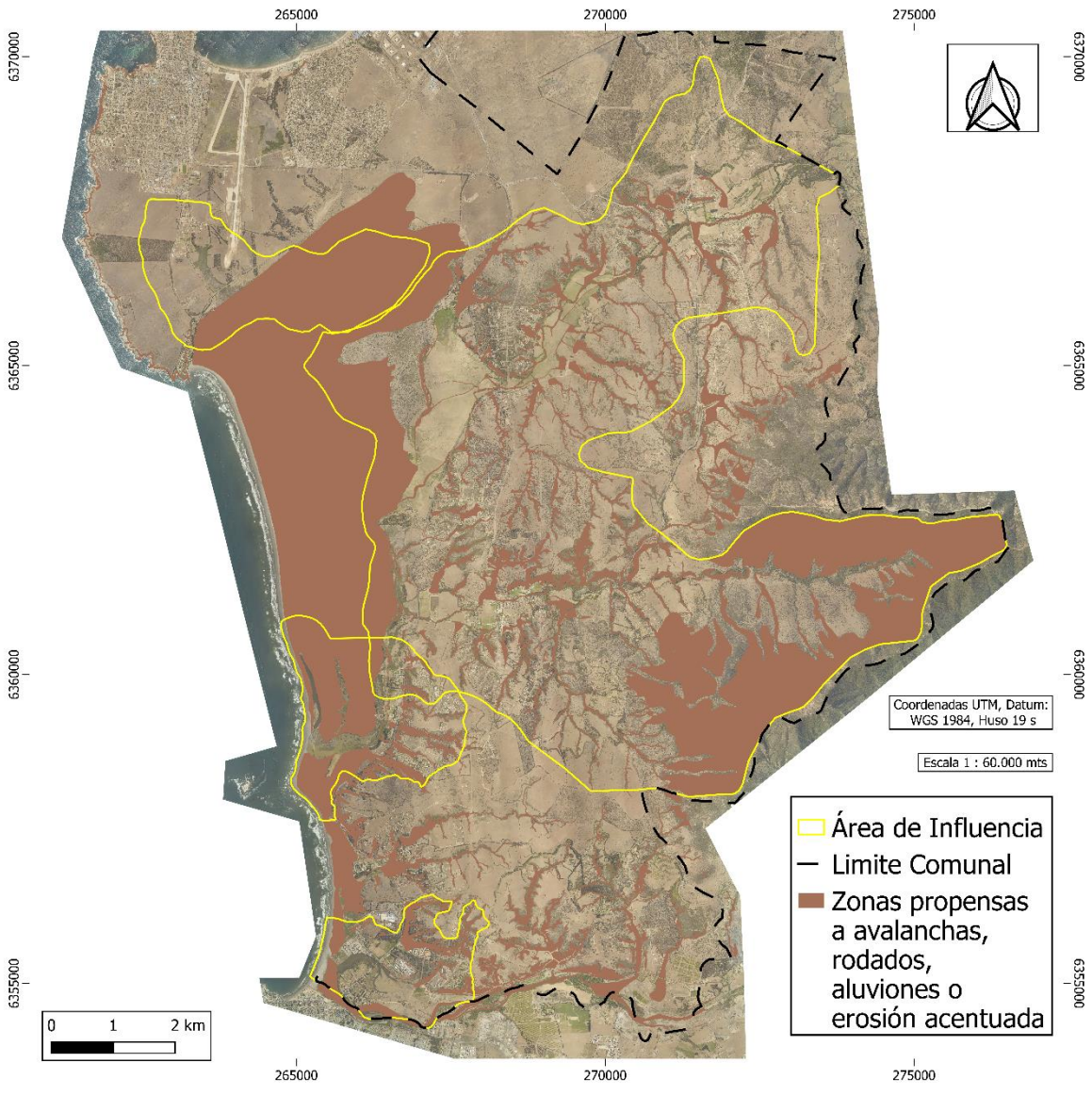
Anexo 40; Índice espectral NDWI para invierno de la red de humedales Esteros Mala Cara y Mantagua.



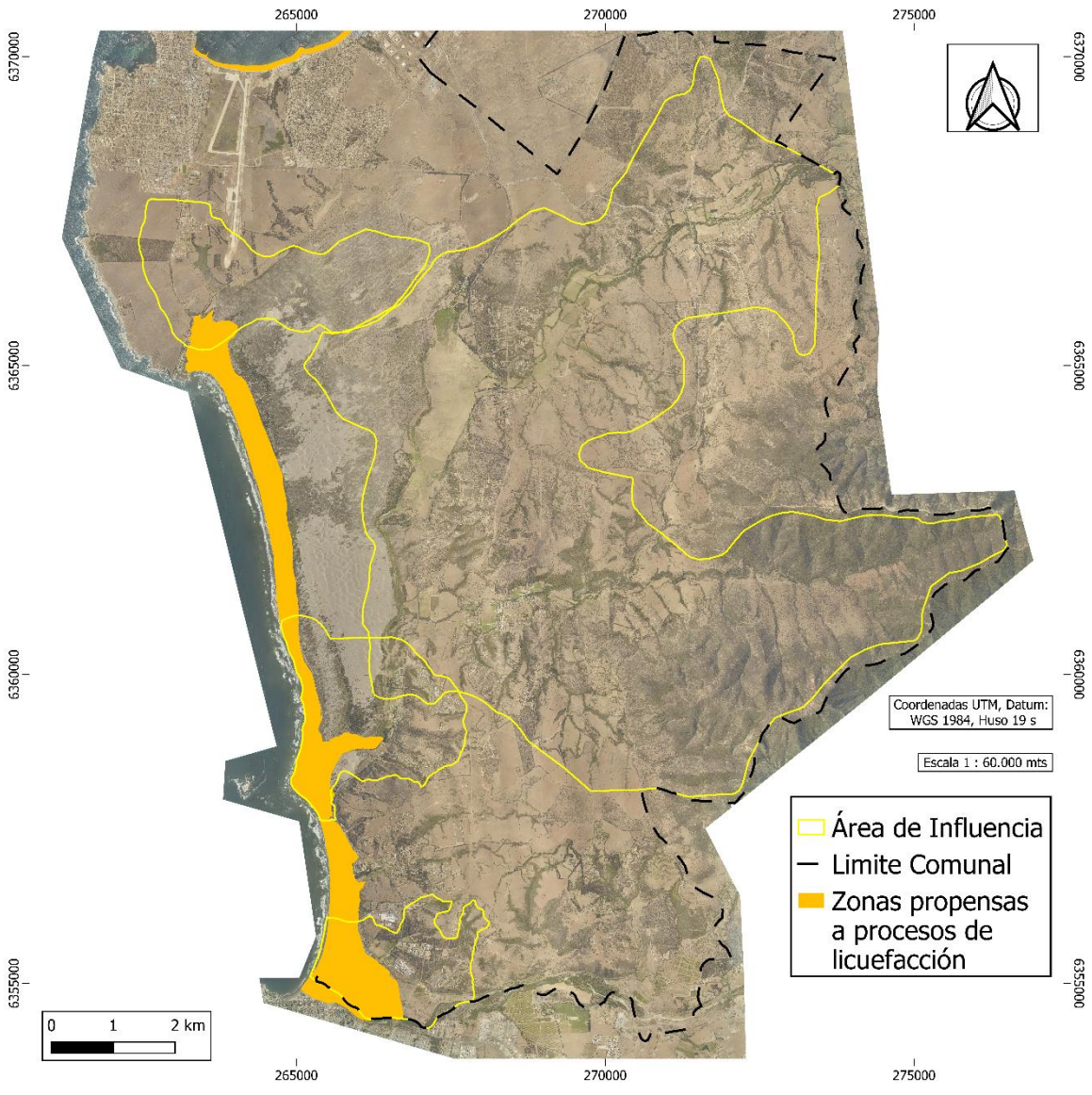
Anexo 41; Índice espectral NDWI para verano de la red de humedales Esteros Mala Cara y Mantagua.



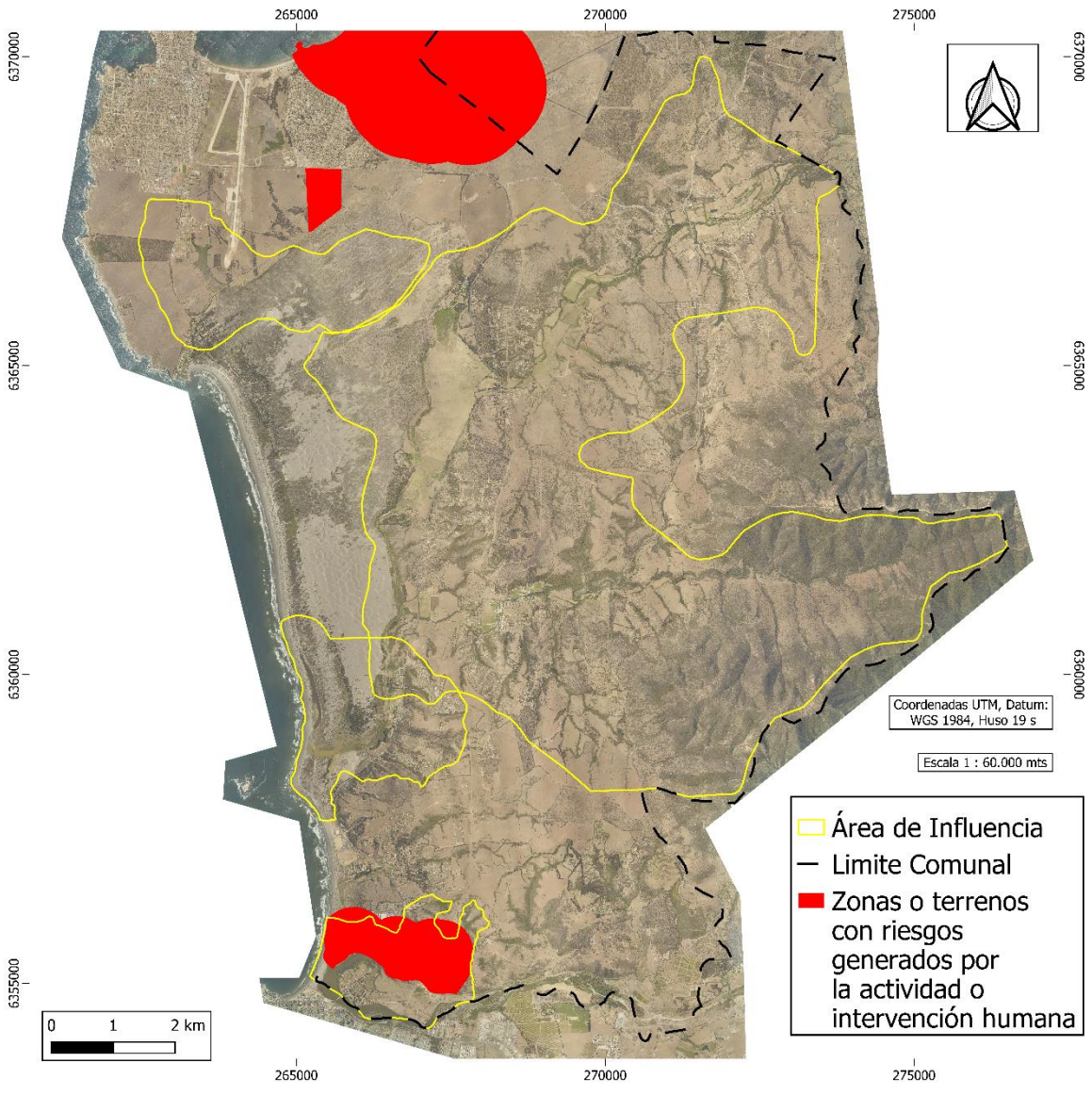
Anexo 42; Zonas inundables o potencialmente inundables según el ERPA.



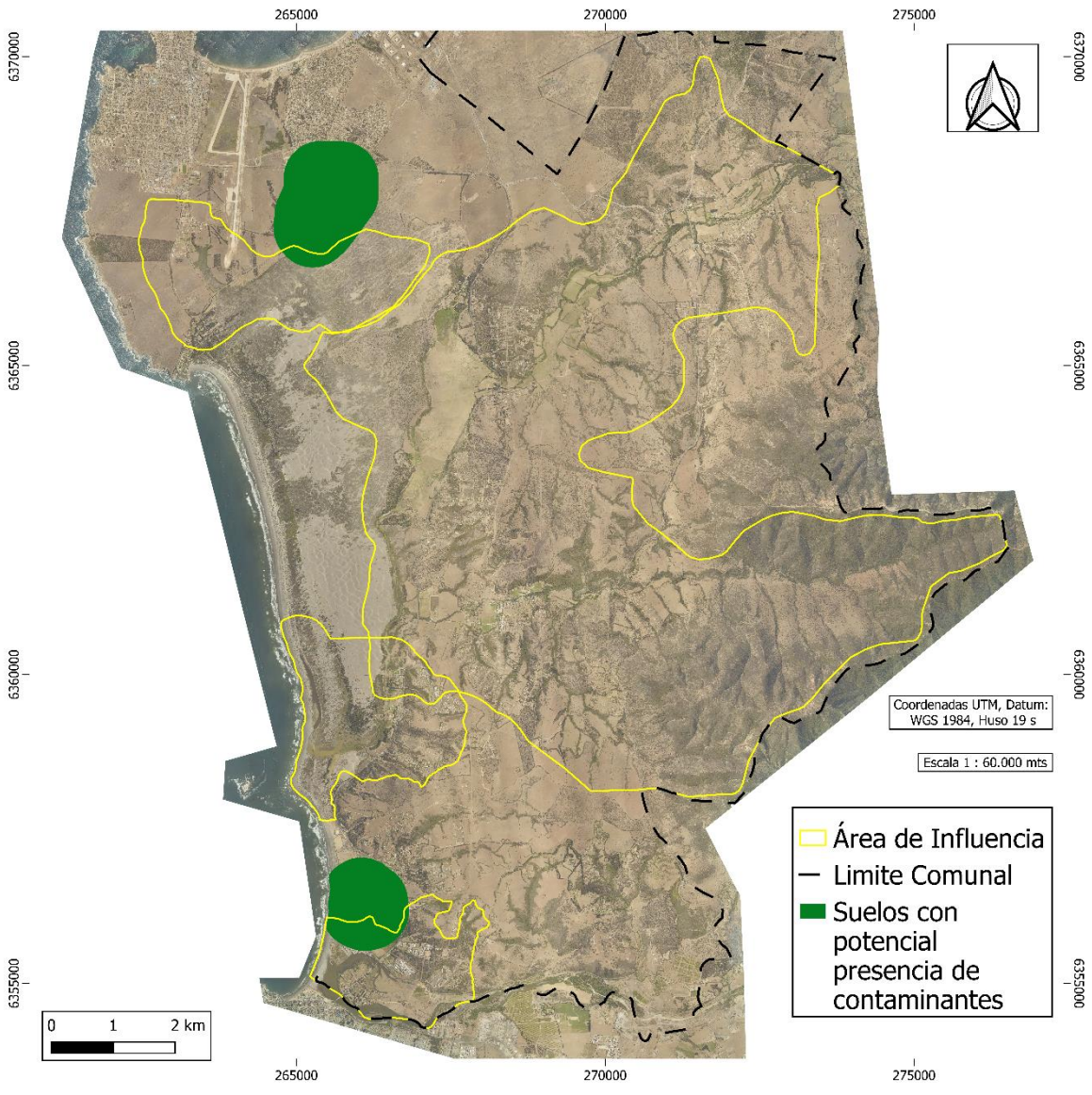
Anexo 43; Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosión acentuada según el ERPA.



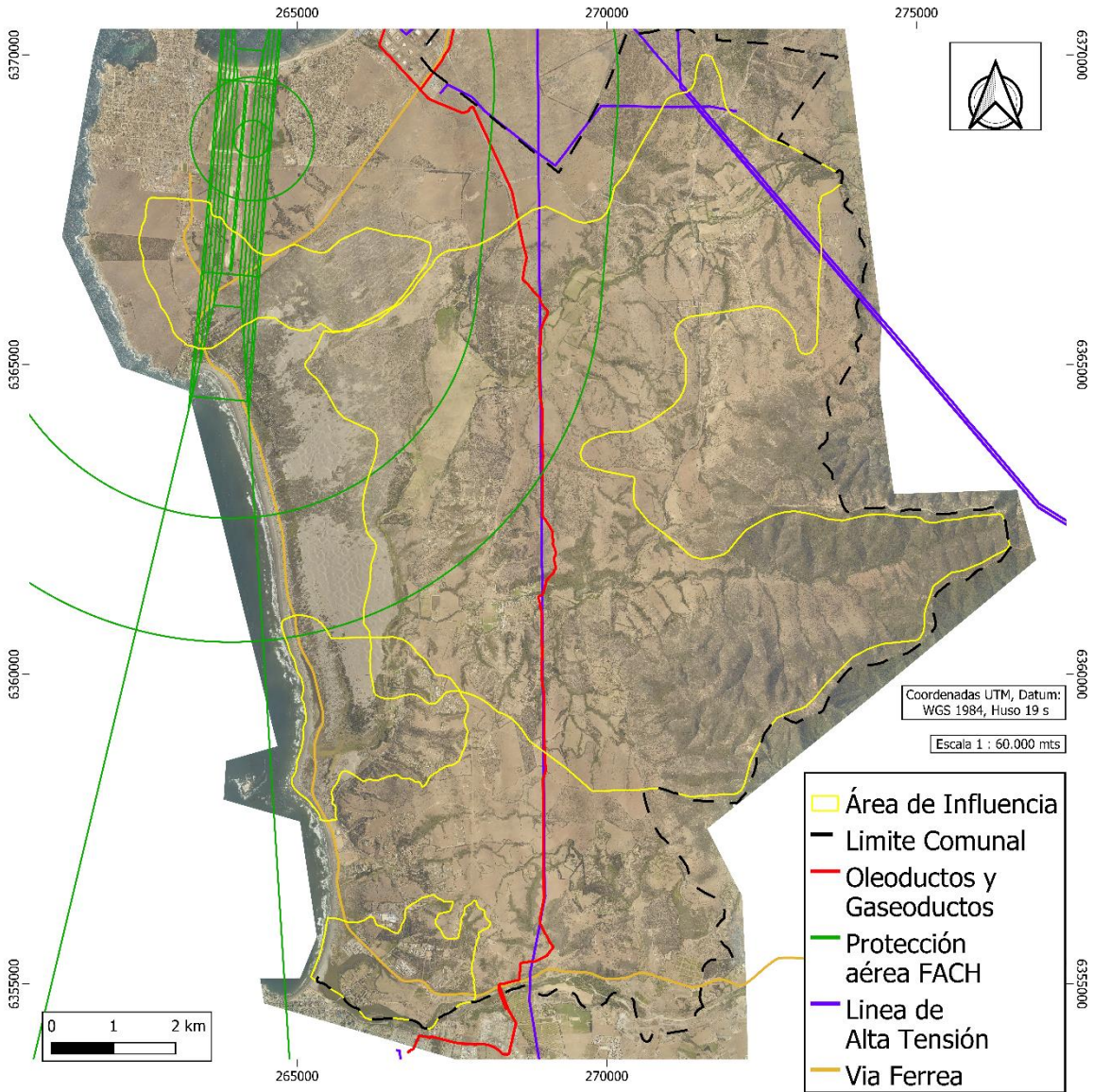
Anexo 44; Zonas propensas a procesos de licuefacción según el ERPA.



Anexo 45; Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana según el ERPA.



Anexo 46; Suelos con potencial presencia de contaminantes según el ERPA.



Anexo 47; Zonas no edificables según el ERPA.

Franja de pista	<i>Es el terreno que comprende la pista y los sectores destinados a reducir el riesgo de daños a las aeronaves que se salgan de ella. Se extiende 60 m. hacia el exterior de los umbrales de la pista y lateralmente 150 m. medidos a cada lado del eje de la misma. La dimensión de la Franja de Pista existente es de 3.120 m. de largo por 300 m. de ancho.</i>
ÁREA "A"	<i>Es el terreno comprendido bajo las superficies de las trayectorias de aproximación - despegue. Esta área se ubica en los primeros 518 m. medidos desde los extremos frontales de la franja de pista. Esta área constituye una zona de alto riesgo de ocurrencia de accidentes de aviación y la restricción de altura, quedará determinada por la superficie de rasante aplicada a partir de los extremos frontales de la franja de pista, con una pendiente de 2%.</i>
AREA "B"	<i>Es el terreno comprendido bajo la superficie de las trayectorias de aproximación - despegue. Esta área se ubica en los siguientes 1.500 m. medidos a continuación del término del Área "a". Esta área constituye una zona de mediano riesgo de ocurrencia de accidentes de aviación y la restricción de altura quedará determinada por la superficie de rasante aplicada a partir de los extremos frontales de la franja de pista, con una pendiente del 2%.</i>
AREA "C"	<i>Es el terreno comprendido bajo la superficie de las trayectorias de aproximación -despegue Esta área se ubica en los siguientes 12.982 m. medidos a continuación del término del Área "b". Esta área constituye una zona de bajo riesgo de ocurrencia de accidentes de aviación y la restricción de altura quedará determinada por la superficie de rasante aplicada a partir de los extremos frontales de la franja de la pista, con una pendiente de 2%.</i>
AREA "D"	<i>Es el terreno comprendido bajo la superficie horizontal interna del Aeródromo, definida por arcos de círculo de 4.000 m. de radio con origen en los extremos del eje central de la pista y unidos por líneas rectas tangentes. La restricción de altura para el Área "d" es uniforme, de 45 m. medidos con referencia al nivel más alto de la pista.</i>

Anexo 48; Áreas de restricción definidas en el Decreto N.º 137 del Ministerio de Defensa, 3 de agosto del 2005.

AREA "E"	<i>Es el terreno comprendido bajo la superficie cónica del Aeródromo, en una franja concéntrica al Área "d". Tiene 2.000 m. de ancho, medidos hacia el exterior y a continuación del Área "d". La restricción de altura para el Área "e", quedará determinada por la superficie de rasante con una pendiente del 5% hacia el exterior, aplicada a partir del borde externo del Área "d" con 45 m. de alto, hasta alcanzar una altura de 145 m. medidos con referencia al nivel más alto de la pista.</i>
AREA "F"	<i>Es el terreno comprendido bajo la superficie de transición de las pistas. Esta área se ubica en franjas de 315 m. de ancho ubicadas laterales y paralelas a cada costado de la franja de pista. La restricción de altura para el Área "f" quedará determinada por la superficie de rasante aplicada a partir de los bordes laterales de la franja de pista, con una pendiente de 14,3% hacia el exterior de la franja, hasta alcanzar una altura de 45 m. medidos con referencia al nivel de la pista</i>
AREA DE PROTECCION DE RADIOAYUDA	<p><i>Es el terreno necesario para proteger las radioayudas a la Navegación Aérea, que apoyan los procedimientos instrumentales de la Base Aérea Aeródromo de Quintero. Dichas radioayudas con sus respectivas restricciones, son las que se indican a continuación:</i></p> <p><u><i>Radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia (VOR) y equipo radiotelemétrico (DME):</i></u> <i>Dentro de un radio de 300 m. medidos desde el centro de la radioayuda, no se permite plantaciones, edificaciones e instalaciones. En el radio comprendido entre 300 m. y 1.000 m. centrado en la radioayuda, no se permite elementos en altura que sobrepasen la rasante con una pendiente de 3%, medida a contar del nivel de piso de la radioayuda.</i></p> <p><u><i>Sistema de aterrizaje de precisión (ILS):</i></u> <i>Cualquier edificación, plantación e instalación que se desarrollen en el futuro en las áreas "a" y T, deberán contar con la autorización previa de la Dirección General de Aeronáutica civil.</i></p>

Anexo 48-Continuación; Áreas de restricción definidas en el Decreto N.º 137 del Ministerio de Defensa, 3 de agosto del 2005.

Anexo 49;
**ORDENANZA DE LA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DE USOS
DE SUELOS ALREDEDOR DE HUMEDALES URBANOS PARA LA
ACTUALIZACION DEL PLAN REGULADOR COMUNAL DE
QUINTERO.**

ORDENANZA DE LA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DE USOS DE SUELOS ALREDEDOR DE HUMEDALES URBANOS PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN REGULADOR COMUNAL DE QUINTERO.

TÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1°: La “Propuesta de zonificación de usos de suelos alrededor de humedales urbanos para la actualización del plan regulador comunal de Quintero” en adelante mencionada como el plan, es una propuesta de un instrumento de planificación territorial que promueve el desarrollo armónico del territorio comunal, centrándose en la protección de los ecosistemas frágiles como lo son los humedales urbanos, siempre estando en concordancia con las necesidades de desarrollo propuestas por las metas regionales de desarrollo económico y social. Esta propuesta está conformada por los siguientes documentos.

- Una memoria explicativa de la propuesta.
- Una propuesta de ordenanza local, la cual corresponde a este documento.
- Un conjunto de planos y cartografías que indican la distribución espacial de los usos de suelos definidos.

Artículo 2°: La presente ordenanza de esta propuesta establece las normas referentes a la zonificación de los usos de suelo y las normas urbanísticas y de edificación que deberán cumplirse dentro del área de influencia de cada humedal urbano, en adelante siendo mencionada esta zona como área de planificación, con la finalidad de generar un desarrollo urbanístico acorde con los criterios mínimos de sustentabilidad descritos en el artículo N.º3 del Decreto 15/2020 del MMA, correspondiente al reglamento de la ley N.º21.202. Cada una de las áreas mencionadas anteriormente es señalada en el siguiente cuadro, en donde además se incluyen todas los planos y cartografías junto con sus distintos códigos.

Descripción	Identificación	Código
Planos de zonificación en las distintas áreas de planificación	Zonificación del área de Planificación del humedal Mantagua	PZUSQ - HM
	Zonificación del área de Planificación del humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua	PZUSQ - HDA
	Zonificación del área de Planificación del humedal urbano Los Juanes	PZUSQ - HLJ
	Zonificación del área de Planificación del humedal Esteros Mala Cara y Mantagua	PZUSQ - HEMM
Planos de zonificación de los polígonos	Zonificación del polígono norte	PZUSQ - PN
	Zonificación del polígono sur	PZUSQ - PS
Planos de zonificación de toda el área de planificación	Zonificación de toda el área de planificación	PZUSQ - AP

Artículo 3°: Para los efectos del siguiente plan, se considerarán las definiciones de usos de suelos mencionadas en el artículo 2.1.24 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (O.G.U.C.), existiendo los siguientes 6 tipos de usos de suelo.

- Residencial
- Equipamiento
- Actividades Productivas
- Infraestructura
- Espacio Público
- Área Verde

Artículo 4°: Por el impacto que provocan en los centros urbanos y en los ecosistemas hídricos, para efectos del presente Plan, el uso de suelo de actividades productivas que de conformidad a lo dispuesto en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones sean calificadas como molestas, insalubres o contaminantes y peligrosas, se considerarán siempre de impacto

intercomunal y, solo podrán emplazarse en las zonas que expresamente se destinan para estos fines. Las actividades productivas, que sean calificadas como peligrosas, no podrán emplazarse en áreas urbanas y solo podrán hacerlo en las áreas de extensión urbana establecidas expresamente para ello.

Artículo 5°: El territorio normado dentro del área de planificación se divide en:

- Áreas no edificables
- Áreas de riesgo (Artículo 2.1.17 O.G.U.C.)
- Área Urbana
- Zonas de Extensión Urbana
- Áreas verdes y parques intercomunales
- Áreas de protección de valor natural (Artículo 2.1.18 O.G.U.C.)

Artículo 6°: Las zonas no edificables corresponden de conformidad a lo establecido en la Ley General de Urbanismo y Construcciones (L.G.U.C.), siendo aquellas franjas o radios de protección de infraestructura peligrosa establecidas por el ordenamiento jurídico vigente, en las cuales solo se podrán autorizar actividades transitorias siempre que estas se ajusten a la normativa que las rige.

Dentro de las áreas no edificables se consideran;

- Fajas no edificables bajo los tendidos eléctricos, de acuerdo con el artículo 56 del D.F.L. N.º 1 de Minería, de 1982, y en los artículos 108º al 111º del Reglamento SEC: NSEG 5En.71, “Instalaciones de Corrientes Fuertes”.
- Territorios afectados por las superficies limitadoras de obstáculos que determine la Dirección de Aeronáutica Civil en los terrenos aledaños a Aeropuertos o Aeródromos. Corresponde a las áreas en que se delimita el espacio aéreo necesario para las operaciones. La declaración de estas zonas y la delimitación del espacio aéreo se rigen por lo establecido en el Código Aeronáutico, aprobado por Ley N.º 18.916 de 1990, del Ministerio de Justicia, D.O. del 18/02/1990.
- Fajas de terrenos adyacentes a trazados de ferrocarriles, según lo previsto en la Ley General de Ferrocarriles, D.S. N.º 1.157, del Ministerio de Fomento, de 1931.
- Fajas de resguardo de los Caminos Públicos Nacionales, según lo señalado en el artículo 56 de la L.G.U.C., y según lo señalado en los Artículos 36 y 40 del DFL 850 (MOP) del 12 de Septiembre de 1997, D.O. del 25 de Febrero de 1998.

- Resguardo de las infraestructuras energéticas de oleoductos, gasoductos, poliductos, según lo normado por el D.S. N.º 160 de 2008 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, D.O. del 7 de Julio de 2009, que aprobó el Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio al público de combustibles líquidos derivados del petróleo.

Artículo 7º: Para la definición de las áreas de riesgo, se realizó un estudio de riesgo y protección ambiental solicitado por la Ilustre Municipalidad de Quintero, como un requisito obligatorio de la normativa urbanística para la actuación de un Plan Regulador Comunal.

Este estudio definió 4 tipos de riesgos distintos;

- Zonas inundables o potencialmente inundables.
- Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosión acentuada.
- Zonas propensas a procesos de licuefacción
- Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana

Para la autorización de proyectos a emplazarse en alguna de las áreas de riesgo definidas anteriormente, se actuará de acuerdo a lo establecido en la O.G.U.C.

TÍTULO II NORMAS TÉCNICO URBANÍSTICAS

Artículo 8°: Las disposiciones del presente Título se refieren a la zonificación y demás condiciones de la normativa urbanística y de edificación para cada uno de los territorios en los que se divide el área de planificación, siendo las siguientes zonas:

1. Áreas no edificables (ANE)
 - Oleoductos y Gaseoductos
 - Vías férreas
 - Restricción aérea
 - Línea de alta tensión
2. Áreas de riesgo (Artículo 2.1.17 O.G.U.C.)
 - Zonas inundables o potencialmente inundables (AR1).
 - Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosión acentuada (AR2).
 - Zonas propensas a procesos de licuefacción (AR3).
 - Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana (AR4).
3. Zonas residenciales
 - Zona Urbana Residencial I (ZUM1).
 - Zona Urbana Residencial II (ZUM2).
 - Zona Residencial I (ZU1).
 - Zona Residencial II (ZU2).
 - Zona Residencial III (ZU3).
 - Zona Residencial IV (ZU4).
4. Zonas de equipamiento
 - Zona de Equipamiento Deportivo (ZED).
 - Zona de Equipamiento Educativo (ZEE).
5. Zonas productivas
 - Zona Productiva Inofensiva (ZPI).

- Zona Productiva Peligrosa (ZPP).
6. Zonas de Infraestructura
- Zona de Infraestructura Aeroportuaria (ZIA).
 - Zona de Infraestructura Sanitaria (ZIS).
7. Zonas de espacios públicos
- Borde Costero (ZPBC).
 - Sistemas viales.
8. Zonas de áreas verdes
- Área Verde (AV).
 - Parque Intercomunal (PI).
 - Seccional Amereida (SA).
 - Humedal Urbano (HU).

Artículo 9°. Áreas no edificables: Corresponde a aquellos sectores que por su naturaleza y ubicación nos son susceptibles de edificación, en virtud de lo preceptuado en el artículo 60° de la L.G.U.C. Se identifican las siguientes áreas no edificables dentro del área de planificación de este plan.

Nombre	Tipo	Cuerpo legal	Tipo de restricción
Oleoducto	Infraestructura energética	Decreto Supremo N.° 160 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, 2008	Franja de restricción de constructibilidad de 10 metros de ancho alrededor de los ductos.
Gaseoducto			
Vía férrea	Trazado de ferrocarril	Ley General de Ferrocarriles, Decreto Supremo N.° 1.157 del Ministerio de Fomento, 1931	Franja de restricción de constructibilidad de 10 metros alrededor de las vías férreas.
Restricción aérea.	Aeródromo	Ley N.° 18.916, Ministerio de Justicia, año 1900.	Áreas de restricción definidas en el Decreto N.° 137 del Ministerio de Defensa, 3 de agosto del 2005.
Línea de alta tensión	Infraestructura energética	Decreto con Fuerza de Ley N.° 1 del Ministerio de Minería, 1982 Reglamento SEC NSEG 5En.71, "Instalaciones de Corrientes Fuertes"	Faja no edificable bajo los tendidos eléctricos

Artículo 10°. Áreas de riesgo: Corresponden a aquellos territorios en los cuales, previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole suficientes para subsanar o mitigar tales efectos. Dentro del estudio fundado que se realizó, se definieron 4 tipos de zonificación de riesgo;

AR1. Zonas inundables o potencialmente inundables: Por razones de seguridad, en estas áreas se limita todo tipo de construcciones hasta que se cumpla con lo establecido en el Art. 2.1.17 de la O.G.U.C. Las normas urbanísticas que se aplicarán cuando se cumplan los requisitos establecidos en la antedicha disposición corresponderán a las prescritas para cada una de las zonas sobre las que se superpone el área de riesgo AR1 en los Planos.

AR2. Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosión acentuada: Por razones de seguridad, en estas áreas se limita todo tipo de construcciones hasta que se cumpla con lo establecido en el Art. 2.1.17 de la O.G.U.C. Las normas urbanísticas que se aplicarán cuando se cumplan los requisitos establecidos en la antedicha disposición corresponderán a las prescritas para cada una de las zonas sobre las que se superpone el área de riesgo AR2 en los Planos.

AR3. Zonas propensas a procesos de licuefacción: Por razones de seguridad, en estas áreas se limita todo tipo de construcciones hasta que se cumpla con lo establecido en el Art. 2.1.17 de la O.G.U.C. Las normas urbanísticas que se aplicarán cuando se cumplan los requisitos establecidos en la antedicha disposición corresponderán a las prescritas para cada una de las zonas sobre las que se superpone el área de riesgo AR3 en los Planos.

AR4. Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana: Por razones de seguridad, en estas áreas se limita todo tipo de construcciones hasta que se cumpla con lo establecido en el Art. 2.1.17 de la O.G.U.C. Las normas urbanísticas que se aplicarán cuando se cumplan los requisitos establecidos en la antedicha disposición corresponderán a las prescritas para cada una de las zonas sobre las que se superpone el área de riesgo AR4 en los Planos.

Artículo 11°. Zonas residenciales: Corresponden a aquellos territorios en los cuales se contempla preferentemente el destino de viviendas, hogares de acogidas y residencias, incluyendo pequeños sectores de comercio que cumplan con las características mencionadas en el artículo 2.1.26 de la O.G.U.C., algunas de estas zonas presentan características mixtas con zonas de equipamiento, permitiendo la existencia de estos 2 tipos de usos de suelo.

ZUM1. Zona Urbana Residencial I:

Usos de suelo permitido:

- Residencial
- Equipamientos de toda clase con excepción de cementerios, bases militares, cárceles o centros de rehabilitación conductual.
- Infraestructura destinada a funcionar como instalaciones de un terminal de locomoción colectiva urbana.
- Espacios públicos
- Áreas verdes

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente actividades productivas peligrosas e infraestructura sanitaria destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y/o rellenos sanitarios.

Normas urbanísticas

Cesiones	<i>Según lo dispuesto en el artículo 70 L.G.U.C. y 2.2.5 de la O.G.U.C</i>		
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado o continuo	Coeficiente de constructibilidad	3,5
Coeficiente de ocupación de suelo	0,75	Coeficiente de ocupación de pisos superiores	0,75
Superficies predial mínima	500 m ²	Altura máxima de edificación	5 pisos
Adosamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.2 de la O.G.U.C.</i>		
Distanciamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Ochavos	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.5.4 de la O.G.U.C.</i>		
Rasantes	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Antejardín	2 metros	Densidad máxima bruta	150 Hab/Ha

ZUM2. Zona Urbana Residencial II:

Usos de suelo permitido:

- Residencial
- Equipamientos de toda clase con excepción de cementerios, bases militares, cárceles o centros de rehabilitación conductual.
- Infraestructura destinada a funcionar como instalaciones de un terminal de locomoción colectiva urbana.
- Espacios públicos
- Áreas verdes

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente actividades productivas peligrosas e infraestructura sanitaria destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y/o rellenos sanitarios.

Normas urbanísticas

Cesiones	<i>Según lo dispuesto en el artículo 70 L.G.U.C. y 2.2.5 de la O.G.U.C</i>		
Sistema de agrupamiento	Aislado o pareado	Coeficiente de constructibilidad	2
Coeficiente de ocupación de suelo	0,75	Coeficiente de ocupación de pisos superiores	0,6
Superficies predial mínima	1.000 m ²	Altura máxima de edificación	3 pisos
Adosamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.2 de la O.G.U.C.</i>		
Distanciamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Ochavos	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.5.4 de la O.G.U.C.</i>		
Rasantes	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Antejardín	2 metros	Densidad máxima bruta	80 Hab/Ha

ZU1. Zona Residencial I:

Usos de suelo permitido:

- Residencial
- Equipamientos pequeños que cumplan con las características mencionadas en el artículo 2.1.26 de la O.G.U.C.
- Espacios públicos
- Áreas verdes

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente actividades productivas peligrosas e infraestructura sanitaria destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y/o rellenos sanitarios.

Normas urbanísticas

Cesiones	<i>Según lo dispuesto en el artículo 70 L.G.U.C. y 2.2.5 de la O.G.U.C</i>		
Sistema de agrupamiento	Aislado	Coefficiente de constructibilidad	1
Coefficiente de ocupación de suelo	0,4	Coefficiente de ocupación de pisos superiores	0,4
Superficies predial mínima	2.000 m ²	Altura máxima de edificación	3 pisos
Adosamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.2 de la O.G.U.C.</i>		
Distanciamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Ochavos	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.5.4 de la O.G.U.C.</i>		
Rasantes	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Antejardín	3 metros	Densidad máxima bruta	60 Hab/Ha

ZU2. Zona Residencial II:

Usos de suelo permitido:

- Residencial
- Equipamientos pequeños que cumplan con las características mencionadas en el artículo 2.1.26 de la O.G.U.C.
- Espacios públicos
- Áreas verdes

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente actividades productivas peligrosas e infraestructura sanitaria destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y/o rellenos sanitarios.

Normas urbanísticas

Cesiones	<i>Según lo dispuesto en el artículo 70 L.G.U.C. y 2.2.5 de la O.G.U.C</i>		
Sistema de agrupamiento	Aislado	Coeficiente de constructibilidad	0,6
Coeficiente de ocupación de suelo	0,3	Coeficiente de ocupación de pisos superiores	0,3
Superficies predial mínima	3.000 m ²	Altura máxima de edificación	2 pisos
Adosamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.2 de la O.G.U.C.</i>		
Distanciamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Ochavos	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.5.4 de la O.G.U.C.</i>		
Rasantes	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Antejardín	3 metros	Densidad máxima bruta	50 Hab/Ha

ZU3. Zona Residencial III:

Usos de suelo permitido:

- Residencial
- Espacios públicos
- Áreas verdes

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente actividades productivas peligrosas e infraestructura sanitaria destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y/o rellenos sanitarios.

Normas urbanísticas

Cesiones	<i>Según lo dispuesto en el artículo 70 L.G.U.C. y 2.2.5 de la O.G.U.C</i>		
Sistema de agrupamiento	Aislado	Coefficiente de constructibilidad	0,4
Coefficiente de ocupación de suelo	0,2	Coefficiente de ocupación de pisos superiores	0,2
Superficies predial mínima	5.000 m ²	Altura máxima de edificación	2 pisos
Adosamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.2 de la O.G.U.C.</i>		
Distanciamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Ochavos	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.5.4 de la O.G.U.C.</i>		
Rasantes	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Antejardín	2 metros	Densidad máxima bruta	30 Hab/Ha

ZU4. Zona Residencial IV:

Usos de suelo permitido:

- Residencial
- Espacios públicos
- Áreas verdes

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente actividades productivas peligrosas e infraestructura sanitaria destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y/o rellenos sanitarios.

Normas urbanísticas

Cesiones	<i>Según lo dispuesto en el artículo 70 L.G.U.C. y 2.2.5 de la O.G.U.C</i>		
Sistema de agrupamiento	Aislado	Coeficiente de constructibilidad	0,4
Coeficiente de ocupación de suelo	0,15	Coeficiente de ocupación de pisos superiores	0,15
Superficies predial mínima	10.000 m ²	Altura máxima de edificación	3 pisos
Adosamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.2 de la O.G.U.C.</i>		
Distanciamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Ochavos	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.5.4 de la O.G.U.C.</i>		
Rasantes	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Antejardín	3 metros	Densidad máxima bruta	20 Hab/Ha

Artículo 12°. Zonas de equipamiento: Corresponden a las construcciones destinadas a la prestación de servicios necesarios para complementar el resto de las actividades, como son las residenciales y las productivas, incluyendo las interrelaciones y actividades anexas que se generan a partir de ellas

ZED. Zona de Equipamiento Deportivo:

Usos de suelo permitido:

Uso exclusivo para equipamientos deportivos de toda índole, como gimnasios, multicancha, estadios, parques de bicicletas o skates, centros de eventos deportivos, etc.

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente actividades productivas peligrosas e infraestructura sanitaria destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y/o rellenos sanitarios.

Normas urbanísticas

Cesiones	<i>Según lo dispuesto en el artículo 70 L.G.U.C. y 2.2.5 de la O.G.U.C</i>		
Sistema de agrupamiento	Aislado	Coefficiente de constructibilidad	1,5
Coefficiente de ocupación de suelo	0,75	Coefficiente de ocupación de pisos superiores	0,75
Superficies predial mínima	15.000 m ²	Altura máxima de edificación	2 pisos
Adosamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.2 de la O.G.U.C.</i>		
Distanciamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Ochavos	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.5.4 de la O.G.U.C.</i>		
Rasantes	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Antejardín	2 metros	Densidad máxima bruta	0 Hab/Ha

ZEE. Zona de Equipamiento Educativo:

Usos de suelo permitido:

Uso exclusivo para equipamientos educativos de toda índole, como colegios, escuelas, jardines infantiles, salas cunas, centros de educación superior y/o centros de capacitación.

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente actividades productivas peligrosas e infraestructura sanitaria destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y/o rellenos sanitarios.

Normas urbanísticas

Cesiones	<i>Según lo dispuesto en el artículo 70 L.G.U.C. y 2.2.5 de la O.G.U.C</i>		
Sistema de agrupamiento	Aislado o pareado	Coeficiente de constructibilidad	1,5
Coeficiente de ocupación de suelo	0,8	Coeficiente de ocupación de pisos superiores	0,6
Superficies predial mínima	2.500 m ²	Altura máxima de edificación	2 pisos
Adosamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.2 de la O.G.U.C.</i>		
Distanciamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Ochavos	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.5.4 de la O.G.U.C.</i>		
Rasantes	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Antejardín	2 metros	Densidad máxima bruta	0 Hab/Ha

Artículo 13°. Zonas productivas: Corresponden a todo tipo de industrias y aquellas instalaciones de impacto similar al industrial, tales como grandes depósitos, talleres o bodegas industriales.

ZPI. Zona Productiva Inofensiva:

Usos de suelo permitido:

Uso exclusivo para instalaciones productivas que tengan una resolución de carácter inofensivo dada por la Secretaria Regional Ministerial de Salud.

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente zonas residenciales e infraestructura sanitaria destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y/o rellenos sanitarios.

Normas urbanísticas

Cesiones	<i>Según lo dispuesto en el artículo 70 L.G.U.C. y 2.2.5 de la O.G.U.C</i>		
Sistema de agrupamiento	Aislado o pareado	Coeficiente de constructibilidad	1,2
Coeficiente de ocupación de suelo	0,6	Coeficiente de ocupación de pisos superiores	0,6
Superficies predial mínima	10.000 m ²	Altura máxima de edificación	2 pisos
Adosamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.2 de la O.G.U.C.</i>		
Distanciamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Ochavos	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.5.4 de la O.G.U.C.</i>		
Rasantes	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Antejardín	2 metros	Densidad máxima bruta	0 Hab/Ha

ZPP. Zona Productiva Peligrosa:

Usos de suelo permitido:

Uso exclusivo para instalaciones productivas que tengan una resolución de carácter peligroso dada por la Secretaria Regional Ministerial de Salud, siempre que no generen un impacto no mitigable hacia los ecosistemas hídricos.

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente zonas residenciales e infraestructura sanitaria destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y/o rellenos sanitarios.

Normas urbanísticas

Cesiones	<i>Según lo dispuesto en el artículo 70 L.G.U.C. y 2.2.5 de la O.G.U.C</i>		
Sistema de agrupamiento	Aislado o pareado	Coeficiente de constructibilidad	1
Coeficiente de ocupación de suelo	0,5	Coeficiente de ocupación de pisos superiores	0,5
Superficies predial mínima	50.000 m ²	Altura máxima de edificación	2 pisos
Adosamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.2 de la O.G.U.C.</i>		
Distanciamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Ochavos	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.5.4 de la O.G.U.C.</i>		
Rasantes	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Antejardín	2 metros	Densidad máxima bruta	0 Hab/Ha

Artículo 14°. Zonas de infraestructura: Corresponden a las edificaciones o instalaciones y a las redes o trazados destinadas a:

- Infraestructura de transporte, tales como, vías y estaciones ferroviarias, terminales de transporte terrestre, recintos marítimos de transporte, instalaciones o recintos aeroportuarios, etc.
- Infraestructura sanitaria, tales como, plantas de captación, distribución o tratamiento de agua potable o de aguas servidas, de aguas lluvias, rellenos sanitarios, estaciones exclusivas de transferencia de residuos, etc.
- Infraestructura energética, tales como, centrales de generación o distribución de energía, de gas y de telecomunicaciones, gasoductos, etc.

ZIA. Zona de Infraestructura Aeroportuaria: Corresponde a una zona no edificable debido a la presencia del Aeródromo de Quintero y sus radioayudas más las instalaciones de la Fuerza Aérea de Chile, no permitiendo ningún tipo de edificación dentro del polígono designado, en base al D.S. N.º 137, Ministerio de Defensa, 2005.

ZIS. Zona de Infraestructura Sanitaria:

Usos de suelo permitido:

Uso exclusivo para instalaciones de infraestructura sanitaria, correspondiente a plantas de tratamientos de aguas lluvias y aguas grises, con la finalidad de ser una solución alternativa a la falta de agua en el humedal urbano Los Juanes, permitiendo recargar el acuífero en vez de arrojar las aguas hacia el mar.

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente zonas residenciales e infraestructura sanitaria destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y/o rellenos sanitarios.

Normas urbanísticas

Cesiones	<i>Según lo dispuesto en el artículo 70 L.G.U.C. y 2.2.5 de la O.G.U.C</i>		
Sistema de agrupamiento	Aislado	Coeficiente de constructibilidad	1,5
Coeficiente de ocupación de suelo	0,8	Coeficiente de ocupación de pisos superiores	0,8
Superficies predial mínima	50.000 m ²	Altura máxima de edificación	2 pisos
Adosamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.2 de la O.G.U.C.</i>		
Distanciamiento	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Ochavos	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.5.4 de la O.G.U.C.</i>		
Rasantes	<i>Según lo dispuesto en el Artículo 2.6.3 de la O.G.U.C.</i>		
Antejardín	2 metros	Densidad máxima bruta	0 Hab/Ha

Artículo 15°. Zonas de espacios públicos: Corresponden al sistema vial, a las plazas, parques y áreas verdes públicas, en su calidad de bienes nacionales de uso público.

ZPBC. Borde Costero:

Usos de suelo permitido:

Espacio Público

Usos de suelo prohibidos

Todos los no indicados en el anterior y expresamente zonas residenciales.

Sistemas viales:

Ruta F30E	Sistema Vial	DFL 850 del Ministerio de Obras Públicas, 1997.	Faja no edificable bajo el ancho entre líneas oficiales de 30 mts.
Ruta F190			Faja no edificable bajo el ancho entre líneas oficiales de 50 mts.
Ruta F216			Faja no edificable bajo el ancho entre líneas oficiales de 20 mts.
Ruta F218			Faja no edificable bajo el ancho entre líneas oficiales de 20 mts.
Ruta F232			Faja no edificable bajo el ancho entre líneas oficiales de 20 mts.
Ruta F240			Faja no edificable bajo el ancho entre líneas oficiales de 20 mts.

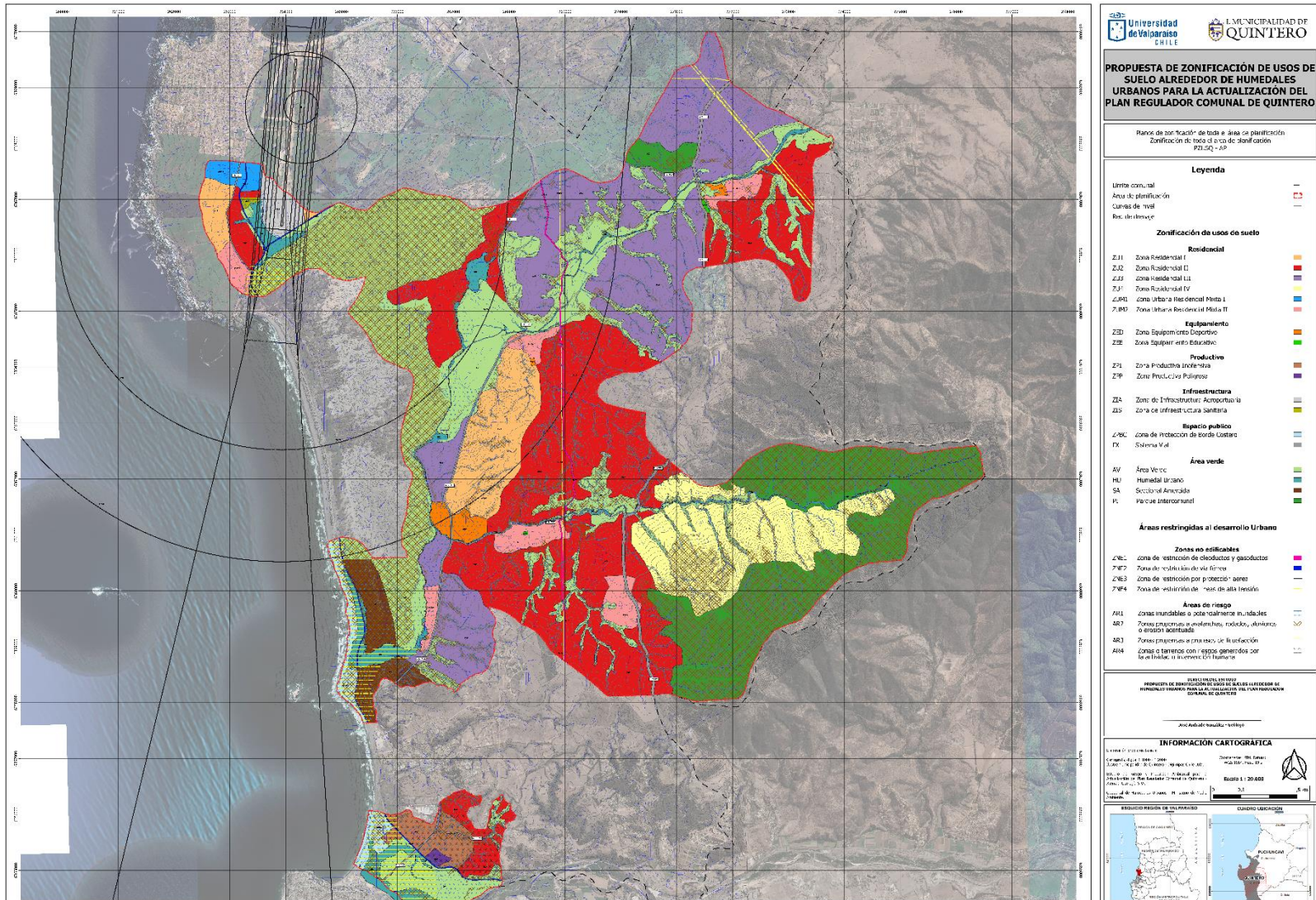
Artículo 16°. Zonas de área verde: Corresponden a parques, plazas y áreas libres destinadas a área verde, que no son Bienes Nacionales de uso público, cualquiera sea su propietario, ya sea una persona natural o jurídica, pública o privada.

AV. Área Verde: Las normas urbanísticas aplicables a estas zonas corresponderán a las establecidas en el Art. 2.1.31 de la O.G.U.C.

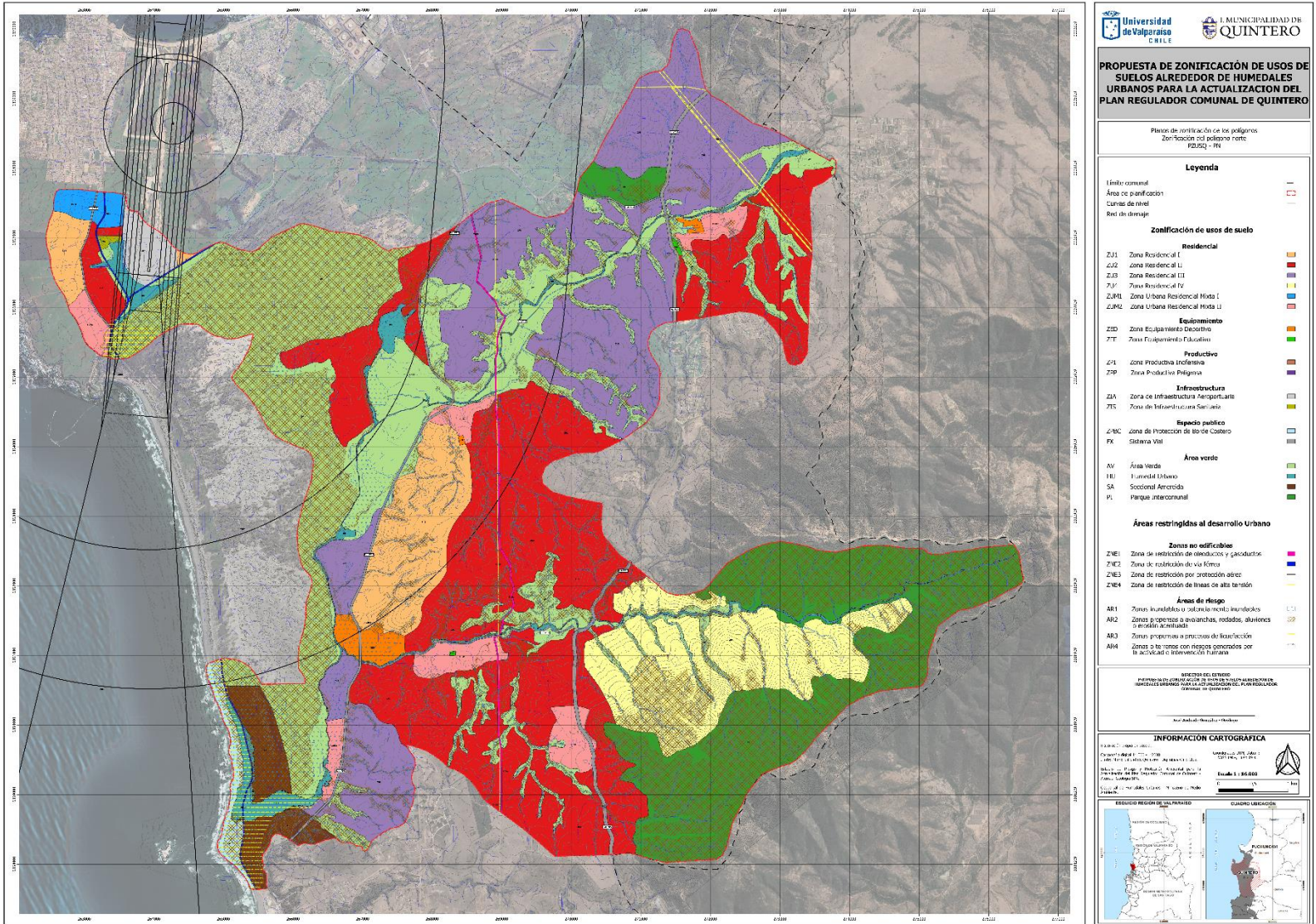
PI. Parque Intercomunal: Las normas urbanísticas aplicables a estas zonas corresponderán a las establecidas en el Art. 2.1.31 de la O.G.U.C.

SA. Seccional Amereida: Las normas urbanísticas aplicables a estas zonas corresponderán a las establecidas en el D.S. N ° 814 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1971 y el D.O. que aprueba el Plan Seccional “Parque Costero Cultural y Recreación”, Zona Costera Ritoque (Amereida), 1972.

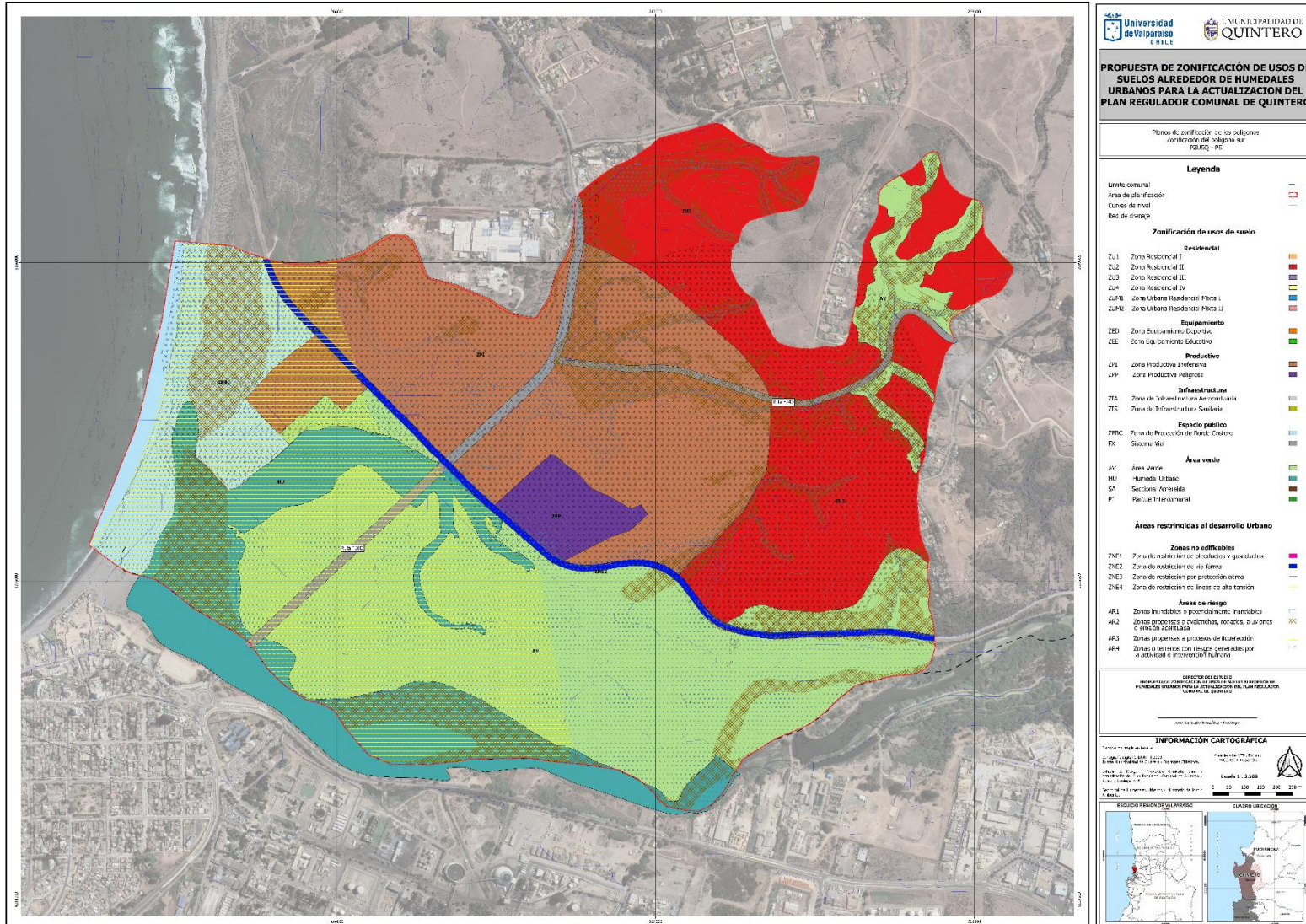
HU. Humedal Urbano: Las normas urbanísticas y las limitantes de construcciones aplicables a estas zonas corresponden a las establecidas en la ley N.º21.202 del Ministerio de Medio Ambiente, 2020 y a su reglamento Decreto N.º15 del Ministerio de Medio Ambiente, 2020, en base a los criterios mínimos de sustentabilidad. Por otro lado, estas zonas son definidas considerando la futura ordenanza general de humedales urbanos que debe redactar la Ilustre Municipalidad de Quintero según la ley mencionada anteriormente.



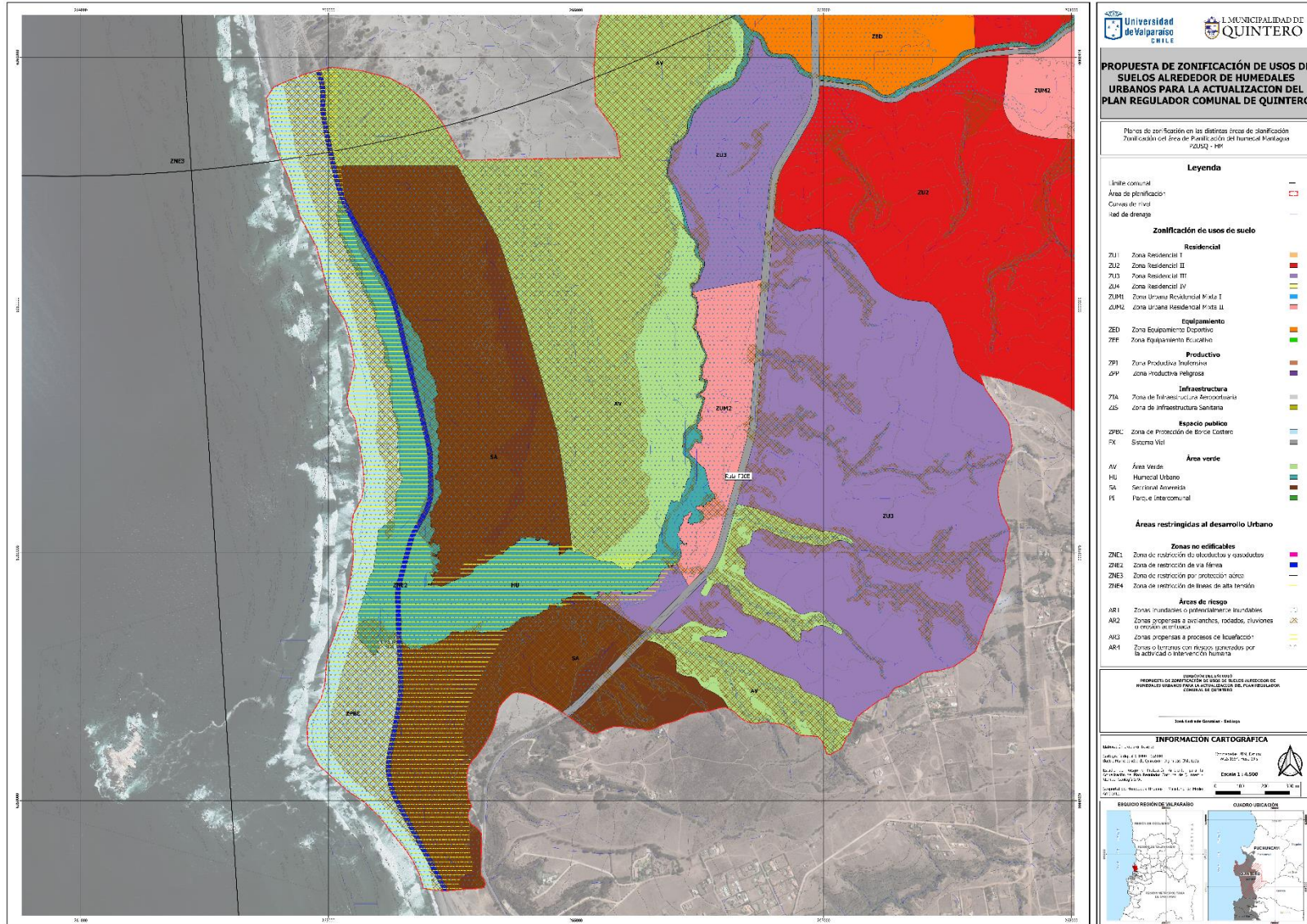
Anexo 50; Plano de zonificación de toda el área de planificación, cartografía completa de la propuesta de zonificación.



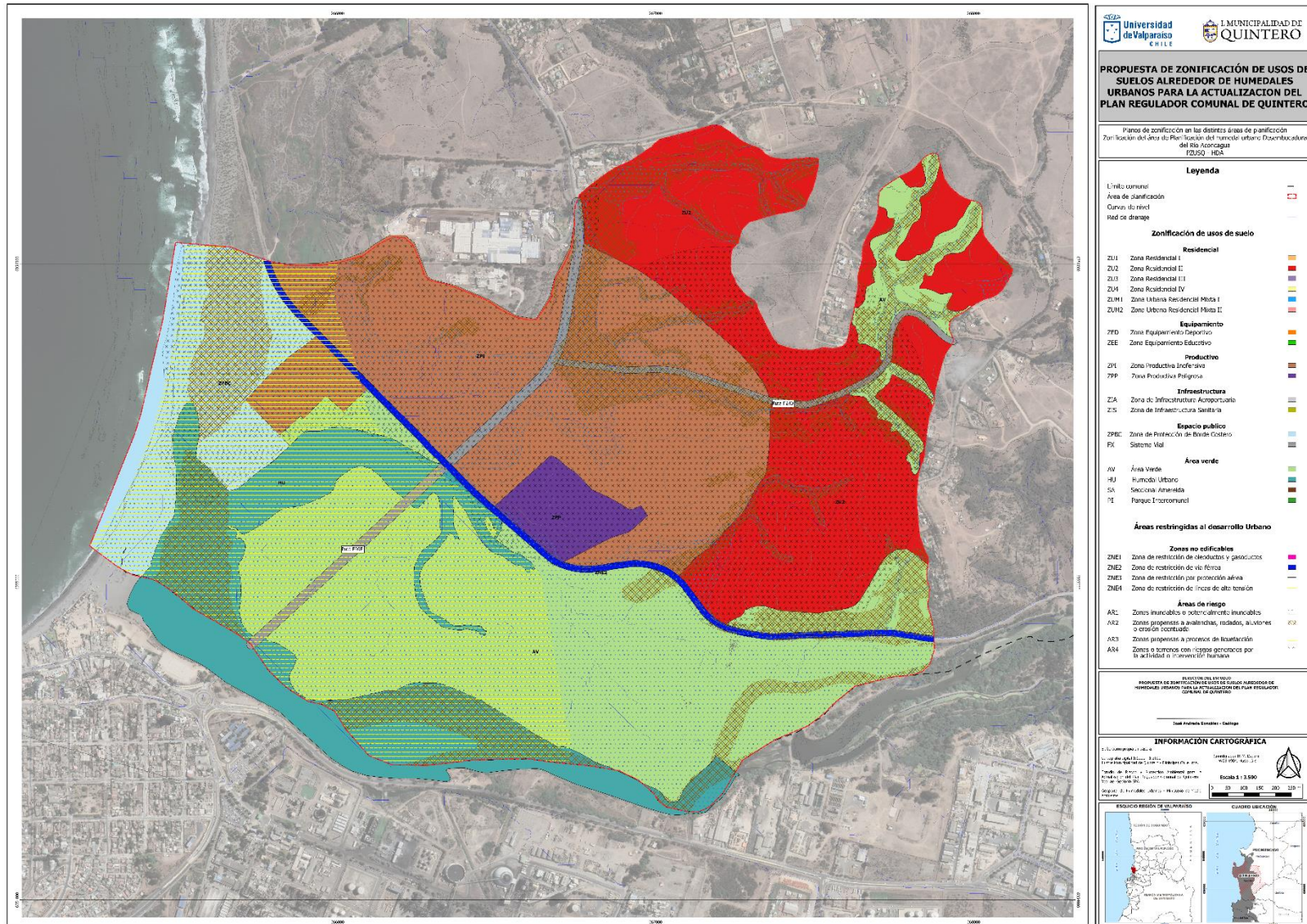
Anexo 51; Planos de zonificación de las áreas de planificación, polígono norte.



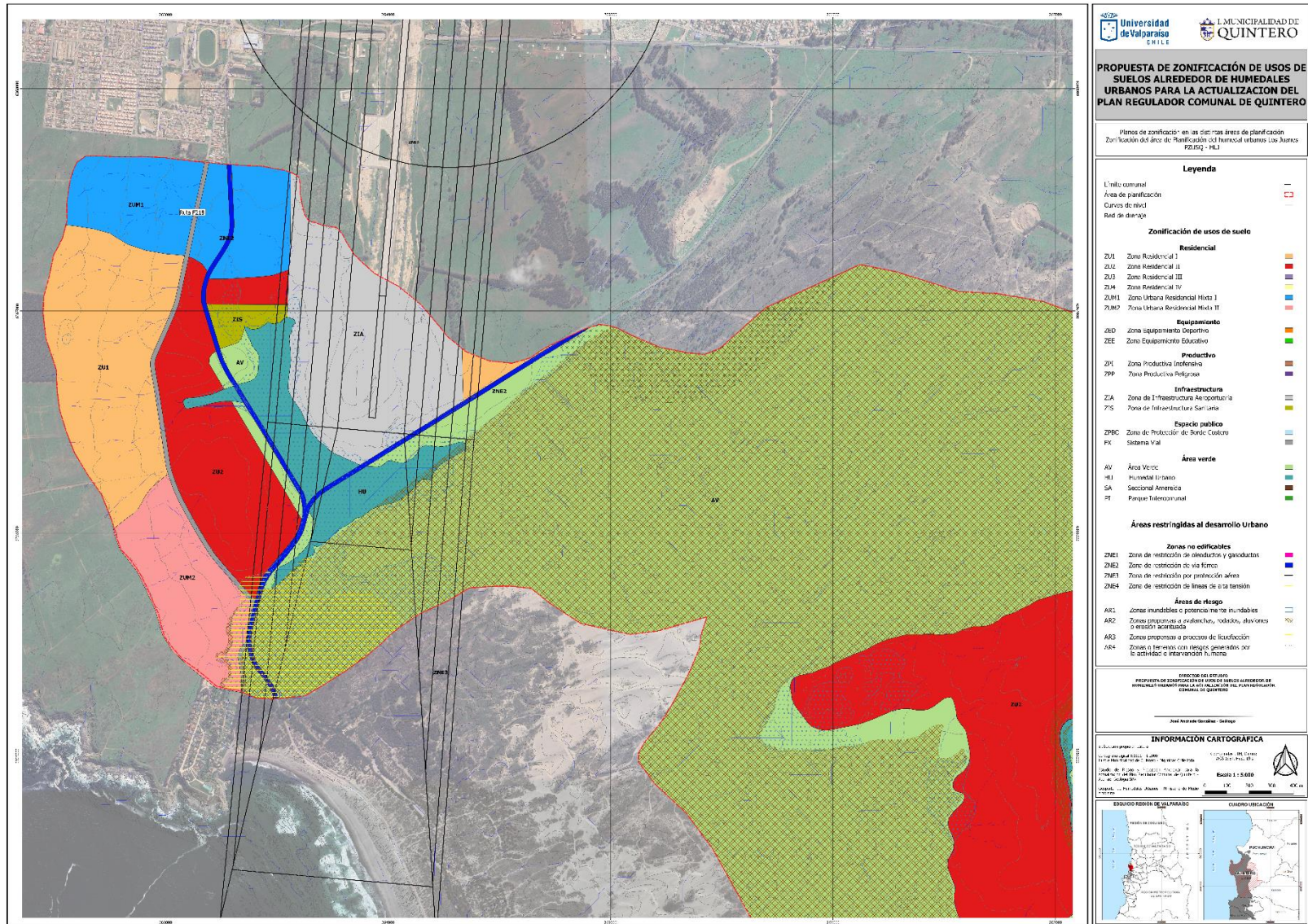
Anexo 52; Planos de zonificación de las áreas de planificación, polígono sur.



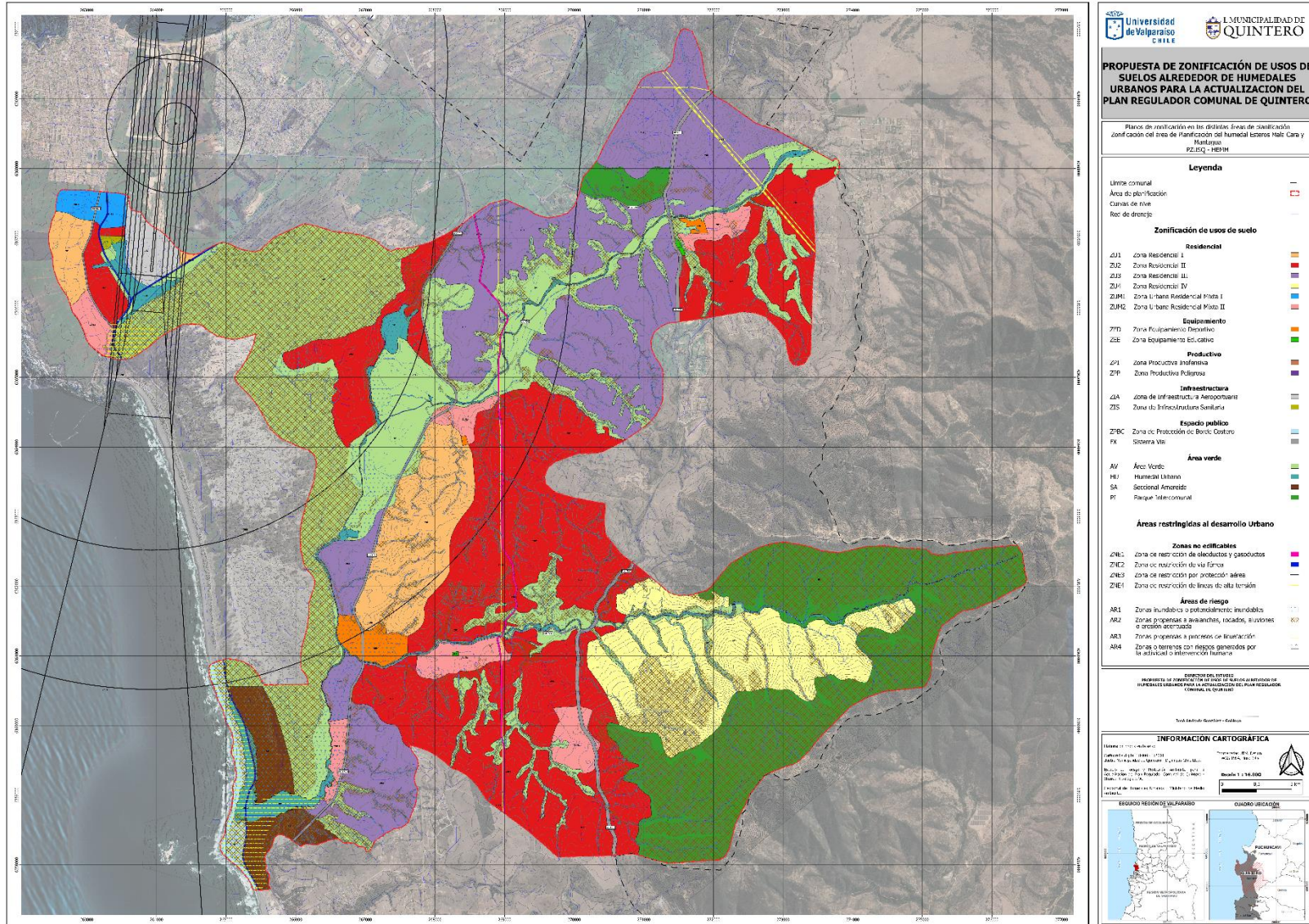
Anexo 53; Planos de zonificación en las distintas áreas de planificación, Humedal Mantagua.



Anexo 54; Planos de zonificación en las distintas áreas de planificación, Humedal urbano Desembocadura del Río Aconcagua.



Anexo 55; Planos de zonificación en las distintas áreas de planificación, Humedal urbano Los Juanes.



Anexo 56; Planos de zonificación en las distintas áreas de planificación, Humedal Esteros Mala Cara y Mantagua.