

ANÁLISIS DE LAS INFRAESTRUCTURAS CIVILES ALEDAÑAS Y SU INTERACCIÓN EN EL HUMEDAL URBANO PAICAVÍ, CONCEPCIÓN.

*Rocío Landera Palma*¹ *Catterina Sobenes Vennekool*² y *Mauricio Villagrán Valenzuela*³

RESUMEN:

Actualmente a nivel mundial no hay una gran cantidad de estudios enfocados al análisis y caracterización físicas y químicas para la óptima funcionalidad de un humedal, a pesar de su gran importancia y de la amplia cantidad de beneficios que entrega al ser humano, tales como el abastecimiento de agua dulce, alimentos, recursos, es un agente para la mitigación del cambio climático, controla las inundaciones y crecidas. Este estudio se centra en el humedal Paicaví ubicado en Concepción Metropolitano y tiene como objetivo caracterizar los efectos físico-químicos e hidrológicos generados por infraestructuras aledañas a partir de un análisis in situ y de laboratorio. Para llevar a cabo esto se recopiló información necesaria del lugar, especialmente de los humedales, para luego realizar diferentes visitas a terreno, para observar la flora, fauna y abastecimiento del humedal, posteriormente extraer agua y así determinar parámetros fisicoquímicos, que ayudarían a determinar la calidad del agua y del suelo. El humedal se encuentra extremadamente deteriorado en ciertas partes, además los caminos de agua que abastecen el humedal se encuentran obstruidos a causa de las acciones humanas y la calidad del agua se encuentra alterada.

PALABRAS CLAVES: Humedal; urbanización; obras civiles.

ABSTRACT:

Currently there are not many studies worldwide focused on the analysis and physical and chemical characterization for the optimal functionality of a wetland, despite its great importance and the large number of benefits it provides to humans, such as fresh water supply, food, resources, it is an agent for climate change mitigation, flood and flood control. This study focuses on the Paicaví wetland located in Metropolitan Concepción and aims to characterize the physicochemical and hydrological effects generated by surrounding infrastructure from an in situ and laboratory analysis. To do this, the necessary information was collected from the site, especially from the wetlands, and then different field visits were made to observe the flora, fauna and supply of the wetland, and then water was extracted to determine physicochemical parameters, which would help determine the quality of the water and soil. The wetland is extremely deteriorated in certain parts, and the water paths that supply the wetland are obstructed due to human actions and the water quality is altered.

KEYWORDS: Wetland; urbanization; civil work.

¹ Estudiante, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, rlandera@ing.ucsc.cl

² Profesor Guía, D. de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, csobenes@ucsc.cl

³ Profesor Informante, D. de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, mvillagran@ucsc.cl

1. INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento urbano ha generado una gran pérdida de ecosistemas, como humedales, bosques y matorrales, provocando la reducción y fragmentación de su superficie (Herrera, 2015), afectando los Servicios Ambientales (SS.EE.) que son obtenidos por estos ecosistemas, los cuales benefician a toda la comunidad, ya que pueden abastecer con agua dulce, alimentos y recursos; controlan las inundaciones y crecidas, reabastecen los depósitos de aguas subterráneas y mitigan el impacto climático (Reid et al., 2005).

Los humedales -wetlands en inglés- son definidos como ecosistemas de transición de uno acuático a uno terrestre sumamente diverso, siendo el factor controlador del medio y de la flora y fauna el agua. Está conformado por cuerpos de agua dulce o salada, se puede encontrar en continentes e islas. La superficie de los humedales está cubierta de agua, saturando los sustratos de manera temporal o permanente, regulados por factores climáticos y la interrelación con los seres vivos que los habitan (Ramsar, 1971). Se identifica normalmente por las superficies cubiertas de aguas o en zonas donde el agua subterránea aflora en la superficie (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2006). A nivel internacional se ha reconocido la importancia de los humedales (Ramsar, 1971), especialmente en la conservación de especies de aves tanto residentes como migratorias, mamíferos, reptiles, anfibios, peces y pequeños invertebrados (Bordinos, 2021).

En Chile, se caracterizan por su singularidad, belleza y fragilidad, además que la biodiversidad tiene un alto valor para la conservación. Esto debido a la enorme diversidad de especies que le pueden alojar y sus interacciones (Ministerio de Medio Ambiente, 2022). Las diferentes altitudes y latitudes en Chile generan variadas condiciones climáticas y geológicas, permitiendo la existencia de más de 20 tipos de humedales en una superficie aproximada de 5,59 millones de hectáreas, incluyendo humedales no asociados a límites urbanos y humedales asociados a límites urbanos (Norambuena, 2019).

Los principales humedales urbanos del Concepción Metropolitano son Vasco Da Gama, Los Batros, Lenga, Desembocadura río Biobío, Junquillar-La Posada, Paicaví, Laguna Señoraza, Rocuant-Andalién, Colcura, Laguna Quiñenco, Parque Central y el Sistema Humedal Nongüen-Andalién. Los cuales son humedales de tipo ribereños, palustres, lacustres y marinos, abarcando 16 mil hectáreas aproximadamente (Museo de Historia Natural de Concepción, 2022).

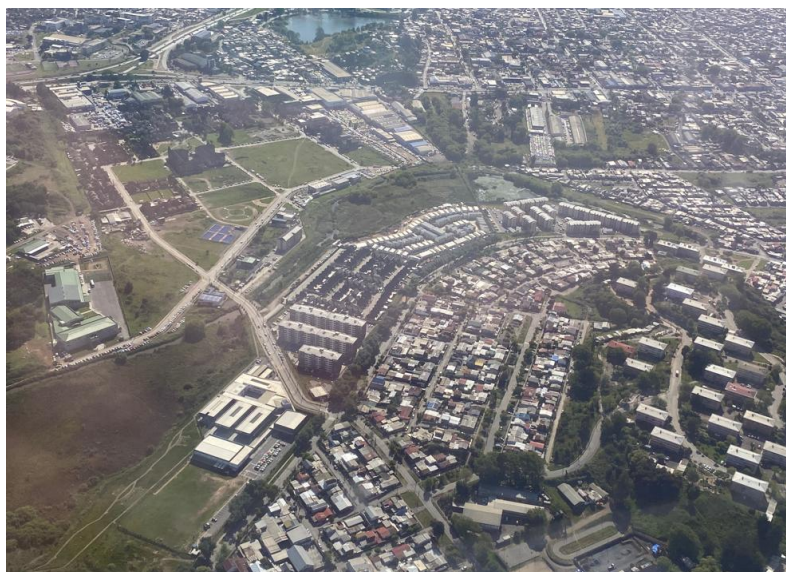


Figura 1. Vista aérea del Humedal Paicaví-Tucapel Bajo y urbanización
Fuente: Elaboración propia (14/01/2023).

Este estudio se centra en uno de los humedales mencionados anteriormente, el cual es el humedal urbano Paicaví, que se ha visto afectado por el crecimiento de la población y con ello el crecimiento de la infraestructura, presionando al humedal, haciendo uso incluso de su superficie original (Pedreros, 2021).



Figura 2. Humedal Paicaví. (A) En el año 2002. (B) En el año 2022.
Fuente: Google Earth, 2022.

A lo largo de los años el humedal Paicaví ha sufrido una serie de modificaciones y alteraciones (ver figura 2), como rellenado en varias ocasiones, intervenciones, contaminación de las aguas superficiales, uso inapropiado del lugar y construcciones de tipo habitacional, sanitarias, viales y comerciales tanto en el terreno del humedal, lo que ha generado una disminución en su superficie, como construcciones en los terrenos aledaños, entre otros factores (GEF, 2021, Rojas, 2022).

Alikhani et al. (2021), afirman que los humedales urbanos, en comparación con otros ecosistemas, son los más vulnerables debido a la interacción con la actividad humana y su deterioro, a causa del crecimiento de la población, construcción urbana descontrolada, eutrofización, contaminación, conversión de la tierra, drenaje, cambio del régimen hídrico, sobreexplotación y pérdida de biodiversidad por presencia de especies invasoras y alteración de parámetros fisicoquímicos.

Para tener conocimiento del estado en el que se encuentra actualmente la zona de estudio se plantea como objetivo general proponer infraestructura para la restauración y protección del humedal urbano Paicaví del Gran Concepción. Para lo anterior se caracterizó la hidrología y geología del humedal urbano Paicaví, se evaluó el impacto de las obras civiles sobre el funcionamiento del humedal y se determinaron las condiciones de las actuales obras civiles de manera de permitir mitigar los impactos sobre el funcionamiento del humedal Paicaví.

2. METODOLOGÍA

2.1. Zona de estudio

Con la información recopilada se dividió el humedal según las condiciones en que se encontraba, una denominada “Zona protegida” en color verde y otra como “Zona alterada” en color rojo (ver figura 3).

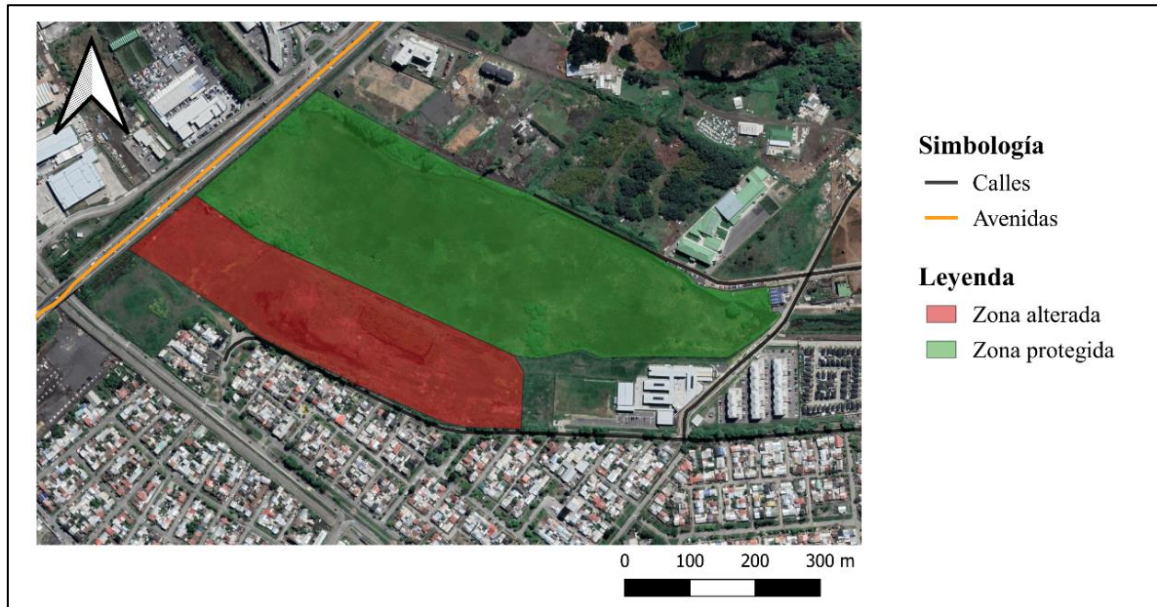


Figura 3. Mapa de la clasificación de zonas – Humedal Paicaví.
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se realizó una visita el día 12 de septiembre del año 2022 considerando una zona de mayor alteración, denominada “zona alterada”, limitada por la Avenida Jorge Alessandri, el colegio Inmaculada Concepción de Concepción, la calle Aníbal Pinto y la “zona protegida”. En la figura 4 se observan una de las lagunas de agua superficial con gran cantidad de vegetación hidrófitas y costras de algas y musgo, en otros puntos de la zona había lagunas con mayor profundidad, además con binoculares se identificó los diferentes tipos de avifauna y vegetación emergente presente en el lugar, además de las diferentes infraestructuras que podrían ser posibles agentes que alteren el funcionamiento del humedal.

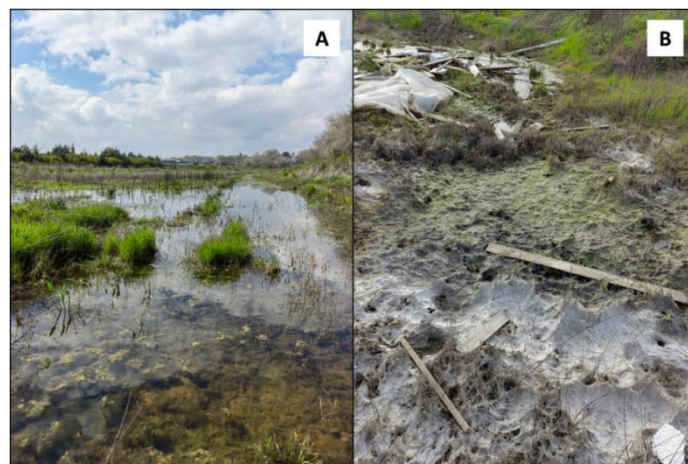


Figura 4. Evidencia de agua. (A) Laguna de agua. (B) Costras de alga y musgo.
Fuente: Elaboración propia.

La afectación de la superficie de este sector del humedal se debe a la presencia de cúmulos de escombros en las cercanías del colegio Inmaculada Concepción y por el costado de la calle Aníbal Pinto presencia de residuos domiciliarios y escombros. Cabe destacar que por la misma calle existen dos canales de aguas lluvia, el agua transportada por la zona alterada desemboca en la zona protegida del humedal. El día 03 de octubre se realizó un segundo terreno con el fin de determinar los puntos en donde se concentra el agua en la totalidad del humedal. En la zona menos intervenida se identificó el canal Ifarle, ubicado en el costado de la calle Tucapel, el cual conecta con humedal Vasco Da Gama por la parte noroeste y por la parte sureste se conecta con el humedal Tucapel Bajo (ver figura 5). El acceso a la parte céntrica del humedal se encontraba cubierto con gran cantidad de vegetación alta y el suelo se encontraba saturado, por lo que, al tener contacto con el suelo el agua se asomaba inmediatamente.

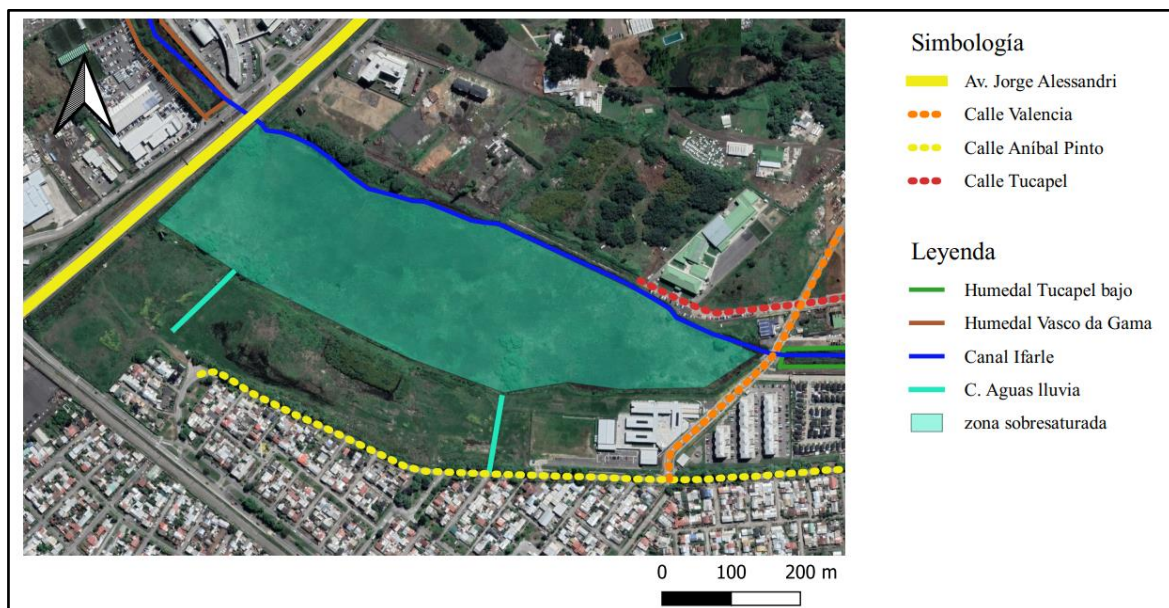


Figura 5. Conexiones Humedal Paicaví
 Fuente: Elaboración propia (24/04/2023).

Por último, se recorrió la “Zona alterada” donde se observó una gran cantidad de vegetación, la cual por estar en primavera se encontraban en capullo o en flor, cuya abundancia aumentó respecto al mes anterior, pero el nivel de agua había disminuido.

Con el fin de determinar la calidad del agua en ambas zonas del humedal, a través de análisis de las características físico-químicas utilizando diferentes instrumentos de manera *in situ* y determinar las condiciones del suelo como su humedad y pH de manera *in situ* y la humedad y granulometría en laboratorio, se seleccionaron 12 puntos estratégicos (ver figura 6) caracterizados por ser entradas y salidas de agua, otros en zonas donde hay evidencia de acumulación de agua. 5 puntos se ubican en el canal Ifarle. De éstos, 3 se encuentran ubicados dentro de los límites del humedal en estudio, los otros 2 se ubican en cada uno de los humedales con los que colinda. Otro muestreo se realizó en un punto ubicado en la zona céntrica de la “Zona protegida” del humedal, en donde hay una gran cantidad de agua que sobresatura el suelo y los demás en donde hay evidencia de agua o nula. En cada uno de los puntos se realizaron 3 muestreos, de esta manera serían más representativos los valores y permitiría tener conocimiento si hay un algún error en el proceso.

El humedal tiene ingreso de agua además por dos canales de aguas lluvia construidos en el año 2016. En cada uno de estos canales se realizaron 2 muestreos, uno en la parte de ingreso al humedal ubicado en la calle Aníbal Pinto y el otro punto en la parte céntrica de los canales antes de desembocar en la

zona inalterada. Se realizó otro muestreo en la parte céntrica de la “Zona alterada”, ya que en este punto había concentración de agua y vegetación tanto dentro del agua como en las cercanías. Un último punto se ubicó en las cercanías de la Avenida Jorge Alessandri, zona totalmente intervenida, sin agua ni vegetación.

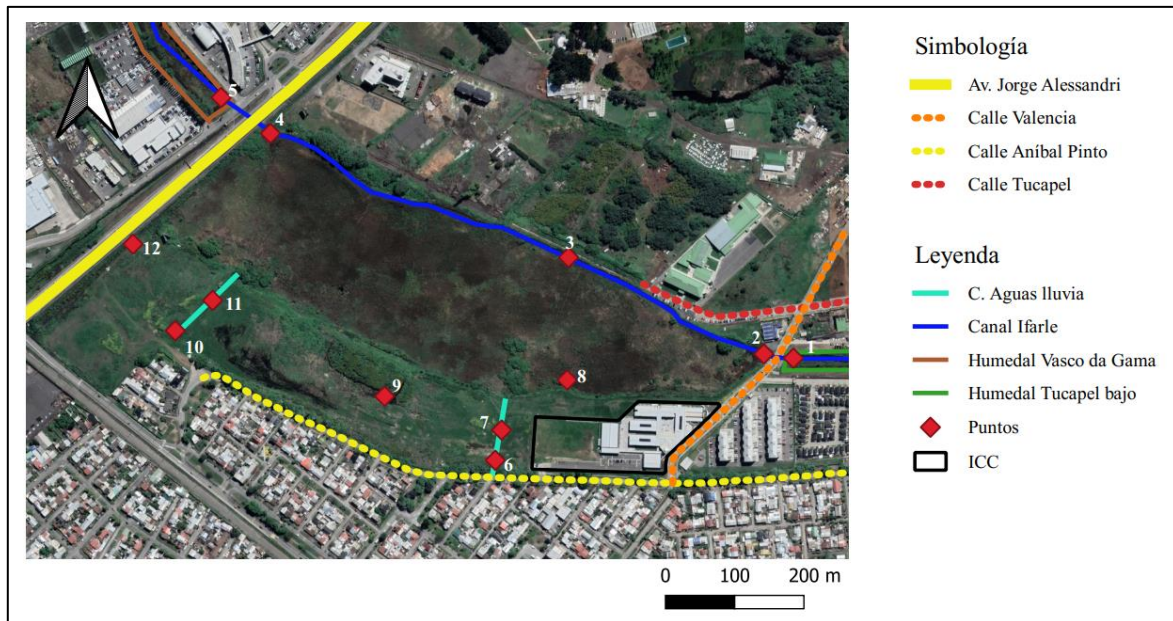


Figura 6. Puntos muestreados en el Humedal Paicaví.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

2.2. Caracterizar la hidrología y geología del humedal urbano Paicaví del Gran Concepción.

Se muestreo 3 réplicas por cada punto, para medir las características físico-química del agua, evaluando las variables pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxígeno (ppm), conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$), salinidad (%), sólidos disueltos totales (ppm), fluorescencia, potencial Redox (ORP) y porcentaje de oxígeno disuelto (%OD) del agua, a través del equipo Multiparameter HI 9829 (ver figura 7).

Se determinó la fluorescencia del agua y la clorofila a presente con el fluorímetro turner AquaFluor® Handheld. Se evaluó la concentración (ppm) de fósforo (P), fosfato (PO_4^{3-}), nitrito (NO_2), amoníaco (NH_3) y color (Platino-Cobalto) con equipos checkers de Hanna: Fósforo High Ranger, Fosfato High Ranger, Nitrito Low Ranger, Amoníaco Medium Ranger y Color.

Se evaluó también el pH y la humedad del suelo de manera *in situ* con un equipo Moisture Meter/pH Meter.

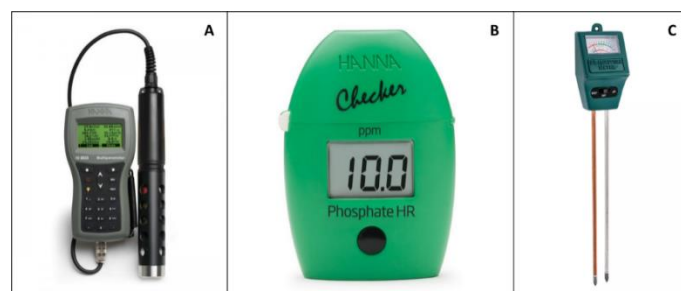


Figura 7. Instrumentos utilizados. (A) Multiparameter HI 9829. (B) Checker® HC para Fosfato. (C) Moisture Meter/pH Meter.

Fuente: Hanna instruments.

El día 19 de diciembre, solo se pudieron realizar los muestreos para los puntos 1, 2 y 3, a causa de que se requería bastante tiempo en el proceso de los checkers debido a que estos se repetía 3 veces y en algunas ocasiones se volvía a repetir, ya que por errores de proceso o que la lectura del instrumento daba un valor apartado a los otros resultados del mismo punto.

También se realizó el proceso para determinar la clorofila, las tres cubetas en donde estaban los filtros fueron conservadas en un refrigerador a 4°C. Cabe destacar que en el punto 2 gracias a la topografía del terreno, se pudo observar de óptima forma las condiciones en las que se transporta el agua del canal a través de los vanos.

El 28 de diciembre se muestreó el punto 5, correspondiente a la zona de inicio del humedal Vasco Da Gama, el que también se abastece del agua proveniente del canal Ifarle y de aguas subterráneas. Luego se muestreó en el punto 6, identificando que era necesario diluir las muestras (ver figura 8), debido a que no se podía realizar el proceso completo para determinar la clorofila y los checkers no entregaban valores, a causa de la gran cantidad de sedimentos presentes en el agua, por lo que se continuo con los siguientes puntos, desafortunadamente lo mismo ocurría en los puntos 7 y 8.



Figura 8. Agua turbia extraída de los puntos analizados. (A) Del punto 6. (B) Del punto 8.

Fuente: Elaboración propia (28/12/2022).

En el punto 9 no había agua, por lo que se procedió a realizar una excavación de profundidad 30 cm, para poder extraer una muestra de suelo, identificando que el suelo correspondía a relleno, además de restos de metal, plástico y otros residuos (ver figura 9).

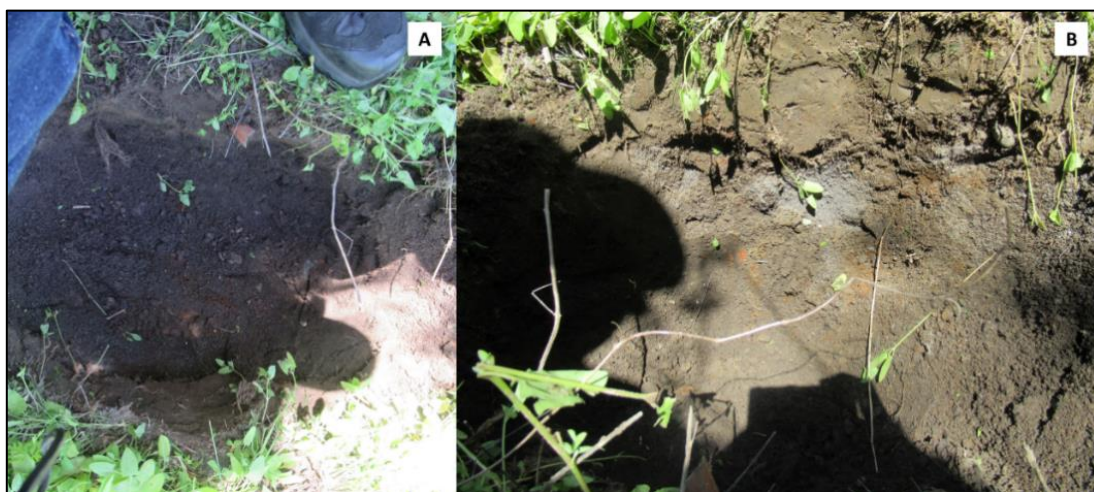


Figura 9. Estado del suelo en el punto 9. (A) Vista superior. (B) Relleno.

Fuente: Elaboración propia (28/12/2022).

Se tomaron los puntos el 10 de enero, extrayendo 400 ml de agua del canal de aguas lluvias del punto 5 y se introdujeron 800 ml de agua destilada, es decir con razón 1:2, desafortunadamente los checkers nuevamente no pudieron determinar los parámetros, por lo que se le incorporaron 800 ml más de agua destilada, quedando con razón 1:4. Con esta razón si se pudieron determinar los valores del fósforo, fosfato, nitrato, amoníaco y color de agua, además de poder realizar el proceso necesario para determinar posteriormente la clorofila, la cual había tenido dificultades, ya que el filtro era obstruido por los sedimentos cuando el agua no había sido diluida.

Este mismo procedimiento fue aplicado para el muestreo en los punto 7 y 8, en donde se extrajeron 200 ml de agua del humedal y se suministraron 800 ml de agua destilada para poder determinar las variables obtenidas con los checkers y los 300 ml de solución para las 3 muestras de clorofila por punto. En el siguiente punto, que corresponde al 10, si había agua. El que se encontraba cubierto de vegetación hidrófila, había presencia de un canal de aguas lluvia, donde se realizó muestreo de agua y suelo.

Para el análisis de los siguiente puntos se ingresó al humedal por la calle Aníbal Pinto, donde hay un acceso obstaculizado con cilindros de fierro, con el fin de evitar el acceso de vehículos al recinto.

Primero se recorrió el lugar y en un radio cercano al punto 10 había cúmulos de escombros y vegetación densa como se puede ver en la figura 10, por lo que el acceso a este punto fue complejo, el agua circula unos metros bajo el plano del terreno del humedal, debido a esto no se pudo extraer agua con el recipiente que se había ocupado anteriormente, por ese motivo se utilizó uno más pequeño y se almacenaba en el habitual.

Utilizar el Multiparameter HI 9829 en el punto 10 presentó ciertas dificultades debido a la poca cantidad de agua, por lo que las variables obtenidas con el instrumentos se iban modificando en cada momento. Solo se realizaron dos procedimientos para determinar la cantidad de clorofila, debido a que no contaba con suficientes filtros para cubrir todas las muestras proyectadas en la campaña.



Figura 10. Vegetación y canal de aguas lluvia del punto 10.

Fuente: Elaboración propia, (10/01/2023).

El punto 11 (ver figura 11) no presentaba agua, aunque se observó humedad de suelo, pero con abundante presencia de vegetación, la cual era alta y cubría toda la superficie por donde regularmente circula el agua del canal que desemboca en la “Zona protegida”.



Figura 11. Vegetación del punto 11.
Fuente: Elaboración propia, (10/01/2023).

El punto 12, ubicado en el extremo del humedal por la Av. Jorge Alessandri, solo se le evaluó el pH y la humedad del suelo de manera *in situ*, como se estaban realizando trabajos en el lugar no fue necesario realizar una excavación, ya que se podía observar las condiciones de las capas del terreno y lo alterado que se encontraba el suelo (ver figura 12).

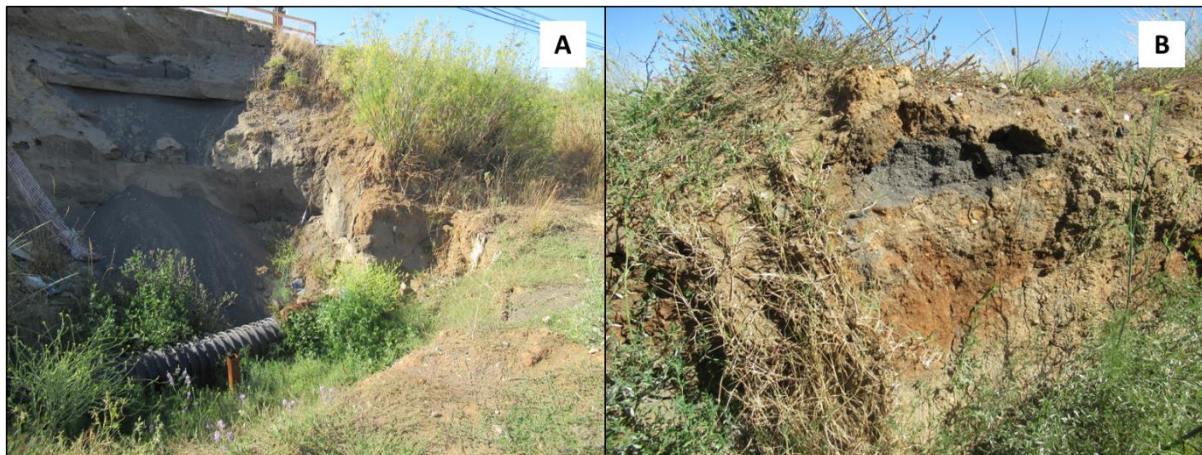


Figura 12. Trabajos en el punto 12. (A) Vista Alzada. (B) Estratigrafía del suelo
Fuente: Elaboración propia.

Finalizado el análisis del punto 12, se desplazó al punto 4 (ver figura 13), en el cual solo se pudieron realizar fotografías, ya que se encontraba en un lugar con difícil acceso, esto a causa de que estaba rodeado por zarzamora y vegetación alta.



Figura 13. Puntos 4 en el Humedal Paicaví.
Fuente: Elaboración propia, (10/01/2023).

Además, se volvió al punto número 1, para poder extraer una muestra de suelo, en donde se buscó un lugar con suelo estable, sin peligro de que hubiera deslizamiento de suelo hacia el canal Ifarle. Encontrado el lugar se realizó una excavación de 30 centímetros de profundidad, posteriormente se extrajo el suelo que sería analizado en el laboratorio, el cual tenía una masa superior a los 1000 gramos, esto debido al tamaño de las partículas. En el laboratorio se realizó el procedimiento necesario para determinar la humedad y realizar un análisis granulométrico, con el fin de determinar el tamaño de las partículas y homogeneidad.

2.2.1. Ensayos laboratorio de suelos y laboratorio de hidráulica.

Con todas las muestras listas y finalizados los análisis de manera in situ para la determinación de la calidad del suelo y agua, se pudo continuar con sus respectivos procedimientos en los laboratorios correspondientes.

2.2.1.1. Laboratorio de eco-hidráulica

Para determinar las clorofila presente en los puntos evaluados, el proceso a seguir consistió en extraer de las cubetas almacenadas los sobres de papel aluminio que contenían los filtros, luego utilizar una cubeta limpia de preferencia negra, en caso de ser blanca, cubrirla con papel aluminio para que no ingresara luz, e incorporarle 10 ml de acetona, realizado esto se introdujo un filtro por cubeta. Finalizada esta operación, las cubetas fueron almacenadas por 24 horas nuevamente a 4°C.

Transcurridas las horas, se extrajeron 4 ml de Sobrenadante para incorporarlos en una cubeta de vidrio, esta se agitó vigorosamente y se midió con el fluorímetro turner AquaFluor® Handheld en el canal b, obteniendo un valor de fluorescencia antes de la acidificación (R_b), luego se agregan 0,15 ml de HCL, es decir, 3 gotas con ayuda de una pipeta de vidrio, la solución se agita y se volvió a medir esta vez obteniendo el valor de fluorescencia después de la acidificación (R_a). Para obtener el valor de la clorofila presente en el agua del humedal se utiliza la siguiente formula

$$Chl a \left(\frac{\mu g}{L} \right) = \frac{R}{(R - 1)} (R_b - R_a) \left(\frac{V_a}{V_f} \right)$$

Siendo,

R = coeficiente de acidificación de la clorofila a pura, normalmente es 2,25.

R_b = fluorescencia antes de la acidificación.

R_a = fluorescencia después de la acidificación.

V_a = volumen de extracción (10 ml).

V_f = volumen filtrado de las muestras originales (100 ml).

2.2.1.2. Laboratorio de suelos

Debido a que en los otros puntos en donde era posible realizar una extracción de muestra solo había residuos y relleno, solo fue considerado el punto 1 para el análisis de humedad y granulometrías del suelo. Extraída la muestra se ingresaron en el horno 500 gramos de suelo a 110°C, debían transcurrir 24 horas para volver a masar la muestra. Para continuar con el proceso de secado con 1 o dos horas de diferencia se volvía a retirar del horno para masar, esto se repitió hasta que las últimas 3 mediciones de masa fueran constantes, considerando que el suelo ya se encontraba seco.

Para realizar el ensayo de granulometría se utilizaron 100 gramos de la muestra de suelo seca con 4 mallas: N°029 OPN, 30 OPN, 72 OPN Y 187 OPN, que corresponden al estándar US respectivamente a los tamices N°200, N°20, N°10 y N°4. Una vez vertida la muestra, se agitó el instrumento para distribuir las partículas y se masó el contenido de cada cilindro.

2.3. Identificar el impacto de obras civiles sobre el funcionamiento del humedal Paicaví.

Se identificó en terreno el conjunto de actividades, viviendas habitacionales y servicios que funcionan en las zonas aledañas, y podrían interferir en el ecosistema, ya sea de manera directa, como también indirecta. Para esto fue necesario recorrer los alrededores del humedal, y como apoyo se realizaron registros fotográficos de los posibles agentes dañinos.

Además, se hizo uso de imágenes desde Googlemaps y se analizó la trayectoria del curso de agua, identificando las infraestructuras que podrían constituir barreras.

2.4. Determinar las condiciones de las obras civiles que permiten mitigar los impactos sobre el funcionamiento del humedal.

En terreno se evaluó si las obras civiles presentes favorecían u obstaculizaban el régimen hídrico del humedal (barrera), se caracterizó la distancia a la que se encontraban, magnitud y propósito de la obra. Se identificaron puntos críticos e infraestructuras que provocan los problemas en el funcionamiento del humedal.

Se describen las condiciones ideales necesarias para el funcionamiento del humedal y modificaciones que debieran tener las infraestructuras, las cuales pueden aplicarse a corto, mediano o largo plazo, esto dependiendo del tipo de factor dañino y en las condiciones en las que se encuentran. Para ello, se utilizó el análisis de literatura adicionales relacionadas a la mitigación de los impactos sobre el humedal e infraestructuras con conciencia verde.

3. RESULTADOS

3.1. Caracterización del Humedal Paicaví.

El humedal Paicaví pertenece al sistema de humedal Rocuant-Andalién-Vasco Da Gama-Paicaví-Tucapel Bajo, ubicados en el área del paleocauce del río Biobío, abarcando las comunas de Talcahuano, Penco, Hualpén y Concepción (GED, 2021). Posee una dimensión de 36 hectáreas aproximadamente,

ubicado en la comuna de Concepción ($36^{\circ}49'12''S$; $73^{\circ}2'40,16''O$). Delimita desde la avenida Jorge Alessandri hasta el sector Tucapel Bajo, en el que desaguan 4 canales de aguas lluvias, que comenzaron a funcionar en el año 2016 y un canal natural, llamado canal Ifarle. El terreno se inunde con facilidad, generándose una alta productividad primaria y prestar los servicios ambientales necesarios para diferentes especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles, además de las zonas de alimento, refugio y de nidificación (Herrera, 2015).

Este sistema posee un funcionamiento en conjunto a través de las aguas subterráneas y superficiales, a pesar de la gran fragmentación que posee (GED, 2021). Antiguamente era parte del gran humedal Chepe de Concepción, el cual corresponde a un cordón de humedales que se extiende desde el río Biobío bordeando el cerro Chepe hasta llegar a la bahía de Concepción, el cordón estaba conformado por los humedales Chepe-Angol Bajo, Paicaví y Rocuant-Andalién (Comité de Defensa del Humedal Paicaví, 2016).

La diversidad y abundancia de flora y fauna en los humedales (en el Anexo A y Anexo B se presenta la vegetación y fauna del humedal Paicaví), depende de características físicas, tales como el tamaño del humedal, su profundidad, forma, proximidad con otros humedales o ecosistemas acuáticos; características químicas del agua, como el pH, salinidad, temperatura, concentración de amoníaco, nitrato, fósforo, fosfato, entre otras; y de la vegetación, ciertas variables se encuentran relacionadas entre sí (Green & Figueroa, 2003).

3.1.1. Componente Biótico presente

En cuanto al componente biótico, se puede indicar que la vegetación presente es: algaravía viscosa (*Parentucellia viscosa*), altramus (*Lupinus albus*), zarzamora (*Rubus ulmifolius*), hinojo (*Foeniculum vulgare*), hongos (*Funji*), junquillo (*Juncus balticus*), junquillo (*Juncus bufonius*), lenteja de agua (*Lemna minuta*), pasto salado (*Distichlis spicata*), rapa (*Apium prostratum*), totora (*Schoenoplectus californicus*) y evidencia de inundación a través de musgo y costras de algas. La fauna de clase ave observada a través de los binoculares tanto volando como posadas en el agua fueron codorniz (*Callipepla californica brunnescens*), garza chica (*Egretta thula thula*), golondrina chilena (*Tachycineta meyeri*), jilguero (*Sporagra barbata*), pato jergón grande (*Anas gergica spinicauda*), pato colorado (*Anas cyanoptera cuanoptera*), queltehue (*Vanellus chilensis chilensis*), run-run (*Hymenops perspicillatus andinus*), siete colores (*Tachuris rubrigastra rubrigastra*), tagua frente roja (*Fulica rufifrons*), trabajador (*Phleocryptes melanops melanops*) y zorzal (*Turdus falcklandii magellanicus*). Además, se observaron mamíferos, anfibios y peces como, ratón oliváceo (*Abothrix olivácea*), lagartija leminscata (*Liolaemus lemniscatus*), carpas (*Cyprinus carpio*) y micro invertebrados en el agua (ver figura 14).

En el punto 3 se pudieron observar diferentes animales tagua frente roja (*Fulica rufifrons*) que se encontraba en el agua junto a sus crías, golondrina chilena (*Tachycineta meyeri*), varios queltehue (*Vanellus chilensis chilensis*) y 3 siete colores (*Tachuris rubrigastra rubrigastra*) volando, coipo (*Myocastor coypus*) que se encontraba descansando entre los junquillos (*Juncus bufonius*) y totoras (*Schoenoplectus californicus*), a veces en el agua se asomaban carpas (*Cyprinus carpio*).



Figura 14. Fauna y vegetación del Humedal Paicaví. (A) “Zona alterada”. (B) Canal Ifarle.
Fuente: Elaboración propia (19/12/2022).

Al llegar al punto 10, se pudo observar una superficie cubierta de densa vegetación, destacándose arveja silvestre (*Vicia cracca*), hinojo (*Foeniculum vulgare*), pasto salado (*Distichlis scoparia*), entre otros. Se percibía un olor desagradable generado por microorganismos en la poca cantidad del agua que había en el lugar, se utilizó una cubeta más pequeña para extraer el agua en comparación con la utilizada anteriormente y el agua extraída se almacenaba en una cubeta más grande por los ml necesarios para el análisis. A diferencia de los puntos 6, 7 y 8, no se encontraba turbia, pero sí tenía una tonalidad verdosa muy llamativa (ver figura 15).



Figura 15. Agua extraída del punto 10.
Fuente: Elaboración propia (10/01/2023).

En el punto 11, a pesar de que no había agua en el camino de uno de los canales de aguas lluvia, se pudo observar un suelo húmedo y gran cantidad de vegetación destacándose totoras (*Schoenoplectus californicus*), rapa (*Apium prostratum*), llantén de agua rosada (*Alisma lanceolatum*), arrocillos (*Echinochloa colona*), pasto dentado (*Echinochloa crusgalli*), vatros (*Typha angustifolia*), verbena (*Verbena officinalis*), cortera (*Cyperus eragrostis*), arveja silvestre (*Vicia cracca*), altramuza (*Lupinus albus*).

3.1.2. Geomorfología

Börgel (1983), divide a la región del Biobío en dos zonas geomorfológicas, siendo uno de los límites de ambas zonas el río Biobío. Por un lado, se encuentra la tercera zona geomorfológica denominada “Región de las Cuencas y del Llano central fluvio-glacio-volcánico” que se extiende desde el río Aconcagua hasta el río Biobío, y la cuarta zona geomorfológica se extiende desde el río Biobío hasta el



canal de Chaco, es decir desde la región del Biobío hasta la región de los Lagos, la cual se denomina “Región central lacustre y del llano glacio-volcánico”. Existen rasgos físicos que corresponde al registro de actividades tectónicas, a la acción del mar y aportes de materiales provenientes de los ríos (Mardones, 1979). En la zona de estudio, según la clasificación entregada por Börgel (1983), los rasgos geomorfológicos presentes corresponden a los “Llanos de sedimentos fluviales y/o aluviales”. Estos se caracterizan por estar conformados por sedimentos fluviales de arenas negras, cuya tonalidad se debe a su origen de las actividades volcánicas del volcán Antuco, y se distinguen arenas con tonalidades amarillentas provenientes del paleocauce del río Andalién (Aquaterra, 2011).

3.1.3. Geología

Chile es uno de los países con mayor sismicidad de la tierra, donde cada 10 años en promedio ocurre a un sismo con magnitud superior a 8, estos sismos son generados por la convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana, los diferentes ángulos generados en las áreas de contacto luego de un sismo ha originado variables relieves en el territorio, los cuales se evidencian de forma notoria en la topografía y geología de Chile (Madariaga, 1998).

Durante el Cuaternario se generaron sucesivas colisiones entre la placa de Nazca y la Sudamericana, además de una transgresión marina denominada “Transgresión Biobío” (Martínez et al. 2016), quedando en evidencia como terrazas litorales y fluviales, que hasta hoy se continúan acumulando. Dichos depósitos se denominan “litorales y fluviales del Biobío”, en concordancia yacen los depósitos fluviales del río Andalién y otros esteros (Martínez et al. 2016). En zonas de antiguos cursos de inundación del río Biobío o topográficamente deprimidas, se ubican los depósitos de humedales y marismas, que están formados por arenas limosas o materiales pobremente drenados, los primeros en forma de dunas eólicas (Vivallos et al. 1984).

La zona de estudio se formó en el Holoceno, la cual está compuesta por una gran cantidad de arcillas y limos orgánicos. (Vivallos et al. 1984).

3.1.4. Clima

En la región del Biobío se presentan 5 tipos de climas: tundra, templado frío lluvioso con influencias mediterráneas, clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea, templada cálida con lluvias invernales y en la parte costera de la región y en donde se ubica la zona de estudio, se identifica un clima templado cálido con lluvias invernales y gran humedad atmosférica, debido a la influencia marina (Börgel, 1983). Según la información obtenida de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGA, 2022) de la comuna de Concepción presenta una estación húmeda, que posee una duración de siete a ocho meses y una corta estación seca, que ocurre en verano, la temperatura máxima es aproximadamente de 28°C entre los meses de diciembre y febrero, en cambio las temperaturas más bajas, las cuales son inferiores a los 0°C, pueden generarse entre los meses de junio, julio, agosto y en ocasiones en septiembre. Las precipitaciones anuales normales deberían alcanzar los 1.090,6 mm, siendo junio el mes más lluvioso del año.

3.1.5. Sistema hídrico

En el borde costero de la ciudad de Concepción se encuentran dos penínsulas rocosas, la de Tumbes y Hualpén, constituidas en rocas metamórficas y graníticas, las cuales se encuentran meteorizadas y sollevantadas a más de 100 m.s.n.m. Entre las penínsulas se emplaza la fosa tectónica de Concepción-Talcahuano, en ella se modela la llanura fluvial y deltaica del río Biobío, que está conformado por arenas basálticas negras. Durante la época Holoceno, el río Biobío difluyó por el delta modelando

paleocanales orientados hacia el Golfo de Arauco, la Bahía de Concepción y San Vicente, también hacia el río Andalién (Vidal & Martel, 2007).

Hace 6000 años el nivel del mar era 5 metros más alto de lo que se encuentra hoy, el río desembocaba en cuatro direcciones, hacia el Golfo de Arauco, la bahía de San Vicente, en la bahía de Concepción y hacia el río Andalién (ver figura 16) (Flores, 2021). Actualmente se puede constatar la disminución del nivel del agua, reduciendo las zonas inundadas y ocasionando que el río Biobío sólo siga un camino hacia la costa, el cual drena sus aguas en el Golfo de Arauco, dejando desconectado los corredores de lagunas y humedales del paleocauce (Flores, 2021). Los cuerpos de agua siguen recibiendo aportes de manera subterránea provenientes del río, además de aguas lluvias que se desplazan a las zonas más bajas del territorio (Flores, 2021)

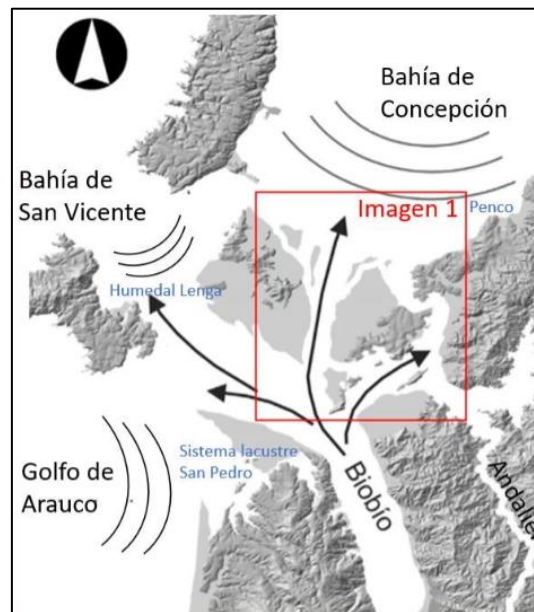


Figura 16. Mapa hidrológico del paleocauce del río Biobío de hace 6000 años.

Fuente: Flores, 2021. Modificado de Link et al. (2019).

Actualmente, la ciudad de Concepción está conformada por el río Biobío que es uno de los principales ecosistemas fluviales de Chile, debido a sus caudales, superficie de la cuenca, importancia productiva y biodiversidad. Y por el río Andalién, junto con sus afluentes, que son el Estero Nonguén y estero Cárcamo, los cuales tiene un valor como ecosistema de uso múltiple, actualmente presentan un elevado deterioro de la calidad del agua y hábitat, esto causado por las intensas modificaciones de las llanuras de inundación (Lee, 2006).

La masa de suelo del punto 1 se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Masa del suelo incluida la masa del pocillo según las horas que estuvo en el horno

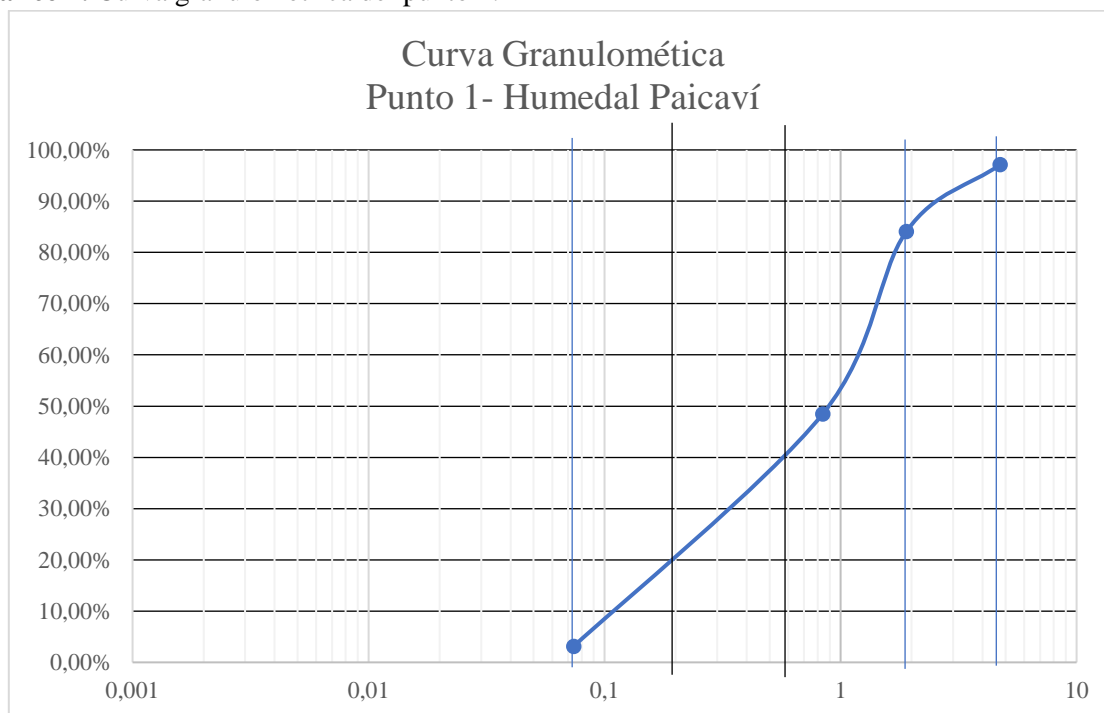
Horas transcurridas	24 hrs	38 hrs	42 hrs	44 hrs	46 hrs	48 hrs
Masa	463,4 g	463,2 g	463,2 g	462,9 g	462,9 g	462,9 g

El porcentaje de humedad del suelo evaluado fue de 31,09%.

Tabla 3. Suelo retenido en cada una de las mallas seleccionadas.

Denominación	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Retenido acumulado	%Pasa
187 OPN	4,75	2,8	2,84%	2,84%	97,16%
72 OPN	1,9	12,9	13,08%	15,92%	84,08%
30 OPN	0,84	35,1	35,60%	51,52%	48,48%
029 OPN	0,074	44,7	45,33%	96,86%	3,14%
Base		3,1	3,14%	100,00%	
		98,6			

Gráfico 1. Curva granulométrica del punto 1.



El suelo del punto 1 corresponde a arena gruesa.

3.2. Evaluación de las Construcciones aledañas al humedal Paicaví

En el territorio que conforma el humedal y sus alrededores, se pudieron observar diferentes infraestructuras que se han construido a lo largo del tiempo, como entre los puntos 1 y 2, 4 y 5 y en los puntos 6 y 10.

Al costado de la calle Tucapel se encuentra el Canal Ifarle, el que permite la circulación del agua y conecta los humedales Tucapel Bajo, Paicaví y Vasco Da Gama. Este se encuentra intervenido ya que se construyeron sobre estas conexiones la calle Valencia y la Avenida Jorge Alessandri.

Como el humedal es abastecido por el canal Ifarle, el cual recorre los puntos 1, 2, 3, 4 y 5, entre los puntos 1 y 2 se encuentra el puente con obras para el paso del agua. En este punto se evidencia que no hay flujo libre de caudal de agua en ninguno de los vanos, a causa de la acumulación de sedimentos y presencia vegetación densa, se puede percibir que esto lleva bastante tiempo así. Se pudieron observar llantén de agua rosado (*Alisma lanceolatum*), cachiyuyo (*Atriplex chilensis*), cicuta (*Conium maculatum*), entre otras. El suelo presente en el lugar se encontraba húmedo, con había desechos y evidencias de circulación de animales y personas (ver figura 17).



Figura 17. Vano del punto 2

Fuente: Elaboración propia (19/12/2022).

El punto 3, que corresponde al centro del canal Ifarle, se encontraba bloqueado con una malla de metal romboidal por lo que no se podía continuar por la orilla del canal hasta llegar a la avenida Jorge Alessandri. Además, en las cercanías se estaban realizando movimiento de tierra y extracción de agua, utilizando binoculares se podían apreciar diferentes tubos en una excavación realizada con una máquina retroexcavadora y algunos equipos. Se encontraban pilares de madera que unen la malla de metal para cercar, paralela a la calle Tucapel (ver figura 18).

En la orilla del canal se encuentra un camino cementado, sin uso que corresponde a la continuación de la calle Tucapel. En el lugar hay un canal de aguas lluvias, al cual no se tuvo acceso debido a la densa vegetación del lugar, principalmente por la zarzamora (*Rubus ulmifolius*).



Figura 18. Trabajos realizándose en las cercanías del punto 3.

Fuente: Elaboración propia (30/11/2022).

Entre los puntos 4 y 5 se encuentra la Avenida Jorge Alessandri que corresponde a una gran arteria vial que conecta 4 comunas del Concepción Metropolitano, en el lugar no se observó circulación de agua desde un punto al otro, a pesar de que en el punto 4 existe caudal de agua. En el punto 5 había presencia de escombros, sedimentos y vegetación.

A los dos canales lluvia construidos en la calle Aníbal Pinto, también se observó escombros y basura, la cual iba en aumento cada vez que se realizaba distintas visitas, especialmente en el canal desarrollado para que el agua proveniente de Aníbal Pinto llegara a desembocar en el canal Ifarle.

Por su parte, en el punto 6 existe presencia de agua superficial de hasta los 20 centímetros de altura, cuyo cauce se encontraba obstaculizado por escombros, los que a su vez estaban cubiertos por la vegetación existente.

Los puntos 6, 7 y 8 se encuentran a un costado del establecimiento educacional Colegio Inmaculada Concepción, el cual fue construido sobre la superficie del Humedal Paicaví. Para mitigar el impacto de esta obra sobre la zona inalterada, la inmobiliaria dispuso la construcción de una plaza de juegos infantiles, la que correspondería a una “zona de amortiguación” del impacto ambiental sobre el humedal.

El punto 10 corresponde al segundo canal de aguas lluvia ubicado en la calle Aníbal Pinto. Este se encontraba modificado en comparación con las visitas anteriores al humedal, ya que se han depositado escombros en diferentes puntos y se eliminó parte de la vegetación existente. La zona con presencia de agua se encontraba cubierta por vegetación densa, como arveja silvestre (*Vicia cracca*), hinojo (*Foeniculum vulgare*), pasto salado (*Distichlis scoparia*), entre otros. Además, se percibía un olor que da a entender la no circulación de agua existente en el lugar. A diferencia de los puntos 6, 7 y 8, esta no presentaba turbiedad, pero sí se puede observar una tonalidad verdosa (ver figura 10).

Según lo observado, la zona en donde se ubica el punto 12 se encuentra altamente intervenida dado los proyectos viales que se han llevado a cabo en este sector. En este punto, a un costado de la berma de la Av. Jorge Alessandri se observa un desprendimiento de material, lo que facilita la observación de la estratigrafía superficial del terreno, siendo visibles las capas de relleno que lo conforman, el que se encuentra extremadamente seco y sin presencia de materia orgánica.

3.3. Medidas para la mitigación de las obras sobre el funcionamiento del Humedal Paicaví.

Para que el humedal tenga un funcionamiento hidrológico en los puntos en donde se encuentra el cauce del canal Ifarle, es decir, en la calle Valencia y la Avenida Jorge Alessandri es necesario generar medidas que eviten:

- la acumulación de sedimentos en los vanos
- obstáculos de infraestructura que impida el paso del agua (basura, escombros, ramas y vegetación muy densa)
- la extracción de agua para diferentes usos

Considerando lo anterior, y sin disponer de la caracterización hidrológica del humedal, en una nueva evaluación será posible proponer nuevas modificaciones a la infraestructura. Las consideraciones de las acciones por llevar a cabo, más que el reemplazo de infraestructura constituye en evaluar si:

- la infraestructura permite el intercambio de agua
- no existe extracción agua
- necesidad de rediseñar el drenaje en caso de que no permita el ingreso o salida del agua
- evitar que se presenten zonas impermeables mediante la mejora de zonas con más vegetación elevada y acuática
- desagües sean poco profundos y anchos.

Lo mismo ocurre para los canales de aguas lluvias, los cuales a causa de la densa vegetación y de diferentes acciones humanas, como dejar desechos y rellenos han impedido el paso del agua, generando que se estanque o se encuentren secos.

Otro aspecto por considerar es identificar si se presentan condiciones para facilitar la distribución del caudal como disponer de zonas profundas para reducir cortocircuitos y aumentar eficiencia hidráulica, lo que no se pudo identificar en el presente estudio (CH2M HILL, 2013).

Algunas consideraciones para los tomadores de decisiones es incluir un modelo de gestión que incluya (Anyango et al., 2023):

- Caracterizar la hidrología del humedal Paicaví
- Establecer restauración de largo plazo en el plan de manejo del humedal Paicaví, estableciendo medidas de protección de la biodiversidad, basado en un modelo condicionado al dinamismo del humedal.
- Necesidad de mantener las perturbaciones naturales, como los relacionados a los fenómenos hidrometeorológicos.
- Incorporar principios de diseño biofílico que permitan la interacción amigables de las personas y el entorno del humedal, es decir introducción de la naturaleza tanto en el interior como en el exterior de los espacios, creación de espacios naturales y elementos equivalentes.
- Identificar las causas de degradación e incluir infraestructura amigable.
- Incorporar a la comunidad interesada y aledaña.

4. DISCUSIONES

Este estudio caracterizó algunas variables físico-químicos del humedal Paicaví para conocer su estado respecto a otros ecosistemas similares. Los valores de pH del suelo variaron entre 7 a 8, teniendo un valor medio de 7,5 de pH, en este caso los puntos que obtuvieron un pH de 7,5 corresponderían a suelos levemente alcalinos y en el caso de los puntos 9 y 12 corresponden a suelos moderadamente alcalinos, pertenecientes a zonas donde había rellenos.



La Norma Chilena 1333 (NCh 1333, 1978) y la Norma Chilena 409 (NCh 409/1, 2005) establecen que el pH del agua debe ser menor de 8,5 y superior a 6,5, para que el agua sea destinada a la recreación y estética, para el caso de ser utilizada como agua potable no debe superar pH 7,0 y para la vida acuática el requisito es que sea entre 6,0 a 9,0, también establecen que para la recreación la temperatura del agua debe ser inferior a 30°C y en el caso del agua potable debe no debe superar los 25°C, en el caso de oxígeno disuelto en el agua para la protección de la vida acuática debe ser mínimo 5 ppm, en cuanto a los sólidos disueltos totales (STD) se tiene como requisito que el agua utilizada para el riego debe ser de 500 a 5000 ppm y en el caso de agua para el consumo humano no debe superar los 1500 ppm, para la conductividad presente en el agua utilizada para el riego se estableció un rango entre 0,75 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ y 7,5 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$

Las Naciones Unidas (CONAMA, 1997), considera la salinidad en el caso del agua utilizada para riego, la cual debe ser menor que 0,003 mg/l y mayor que 0,0007 mg/l.

El potencial de oxidación-reducción, denominado comúnmente como “redox”, la escala de medición puede entregar valores positivos y negativos, en caso de ser positivo, indica potencial oxidante y si es negativa, indica reducción, y en caso de que el valor sea 0, se considera en situación oxidante, esto a causa del voltaje de referencia (HANNA instruments, n.d.). Para la vida acuática en agua dulce debe supere los 250 mV.

La concentración de Oxígeno Disuelto (OD) en aguas naturales, depende de las actividades bioquímicas de organismos presente en los cuerpos de agua y de características fisicoquímicas, los rangos en los que se debe encontrar el agua es de 0 a 19,9 mg/l (Biblioteca del Congreso Nacional, 2018). Según lo establecido por Vernier International (Vernier International Inc, 2006) los niveles de OD inferiores a 60% son clasificados como pobres, de 60 a 79% aceptable, de 80 a 89% se clasifican como adecuado, los que presentan un porcentaje de OD entre 90 y 100% están excelente y si superan los 100 se denomina supersaturados.

En el caso de la concentración de elementos como el fósforo. el límite máximo permitido en aguas de origen fluvial es de 10 ppm (Biblioteca del Congreso Nacional, n.d), encontrándose dentro del límite establecido los valores obtenidos en el humedal Paicaví, siendo el promedio máximo 1,53 ppm en el punto 1 y el promedio mínimo 0,07 en el punto 5. Las Normas Chilenas (NCh 1333/78 y NCh 409/84) no establecieron un límite para el fósforo debido a que no es tóxico para los seres humanos, pero su concentración en el agua junto con la del nitrato, sirven para medir la eutrofización en los sistemas de agua natural, además es un factor limitante en el crecimiento de la vegetación (Rivera et al., 2004), en el caso de nitrato se establece que la concentración no debe ser superior a 1 ppm para el amoníaco se considera un valor máximo de 1,5 ppm y el color de agua en agua de uso potable debe tener como máximo un valor de 20.

Smith et al. 1999 estable un criterio y valores de clasificación de la condición trófica para lagos y embalses con respecto a la concentración de clorofila a, si en estos ecosistemas existe una concentración superior a los 25 $\mu\text{g}/\text{L}$ como en el caso del punto 3 con 35 $\mu\text{g}/\text{L}$ y el punto 10 con 96,8 $\mu\text{g}/\text{L}$, se denomina como hipereutrofía, si la cantidad de clorofila va desde los 9 a los 25 $\mu\text{g}/\text{L}$, como ocurre en el punto 5 en donde se obtuvo un valor de 9,2 $\mu\text{g}/\text{L}$, se presenta una condición trófica llamada eutrofía, la mesotrofía ocurre cuando la concentración de clorofila a varía entre 3,5 a 9 $\mu\text{g}/\text{L}$, como en el punto 2 y en caso que sea inferior a 3,5 $\mu\text{g}/\text{L}$ como en el punto 1, 6, 7 y 8 se denomina como oligotrofía.

No se pudo obtener ningún resultado del punto 4, esto debido a que las condiciones del terreno no lo permitían, ya que se encontraba en un lugar con difícil acceso, rodeado por zarzamora y vegetación alta. Para las construcciones aledañas que están interactuando con el humedal se deben identificar los que están afectando de manera negativa, como es el caso de los puentes creados para que el cauce del canal Ifarle fluyera, obras en proceso y los canales de aguas lluvias, de esta misma forma poder orientar en el



proceso de seguimiento y control, con el fin de ayudar a proteger y restaurar estos ecosistemas que funcionan de manera natural, proporcionando un marco para un futuro desarrollo que fomente una diversidad de aspectos, aumentando los hábitats y la biodiversidad, manteniendo los procesos naturales, tanto el aire como el agua estarán más limpios, aumento de oportunidades recreativas, lo que conlleva a beneficios humanos (Benedict y McMahon 2002).

Es necesario hacer un análisis de la composición, estructura y funcionalidad del humedal para que luego pueda ser restaurado, identificadas las infraestructuras que altera su funcionamiento, y diseñando alternativas en las mismas estructuras como la mantención tanto de los canales de aguas lluvias como de las conexiones del canal Ifarle, de manera de devolver al sistema impactado a su estado previo a la perturbación, para recuperar la estructura dinámica y funcionalidad del ecosistema, como en el caso de la mantención de las zonas en donde se conecta el canal Ifarle la disponibilidad del ambiente físico para sustentar la biota y la conectividad con el paisaje aledaño (McDonald, T., Gann, G.D., Jonson, J. & Dixon, K.W., 2016).

Al momento de realizar alguna edificación aledaña o dentro de estos ecosistemas se debe diseñar una Infraestructura Ecológica (IE), lo cual fue propuesto por MMA-PUCV (2017), considera a la IE como un sistema de conservación interconectado con propuestas de protección, áreas de amortiguación que rodea el área de alto valor ecológico, áreas de restauración y corredores ecológicos.

También se define como “un sistema de soporte de vida natural, que es una red interconectada de cursos de agua, humedales, bosques, hábitats de vida silvestre y otras áreas naturales; vías verdes, parques y otras tierras de conservación y territorios con producción silvoagropecuaria sustentable, que mantienen los procesos ecológicos naturales, conservan los recursos de agua y aire y contribuyen a la salud y calidad de vida de las comunidades y pueblos” (Benedict y McMahon 2002).

Desde un punto de vista más operativo se puede abordar como “una red de ecosistemas naturales, seminaturales y antropogénicos, estratégicamente planificada, diseñada y manejada, que funciona para proveer un amplio rango de servicios ecosistémicos y bienestar a los habitantes de un territorio” (U. de Concepción, 2016), la calle Valencia y la Avenida Jorge Alessandri, las cuales son una edificación que tiene como fin no obstaculizar el curso del agua que conecta a los humedales de la comuna de Concepción.

El Colegio Inmaculada Concepción es la edificación más reciente y se construyó en los terrenos del humedal se realizó una plaza con juegos de madera, con el objetivo de disminuir el impacto visual entre el colegio y la “zona inalterada”. Lo mismo debió ocurrir en todas las edificaciones que se fueron desarrollando a través del tiempo y también para diferentes construcciones futuras sin importar la magnitud, es necesario crear zonas encargadas de mitigar, ya sea por su funcionamiento o de manera visual.

Para que un humedal se conserve es necesario que las variables fisicoquímicas no sean alteradas a causa de las actividades del ser humano, como ocurre en toda la “zona alterada” donde se pudo observar rellenos en todos los puntos analizados y cúmulos de relleno y escombros, además de basura. Por lo que es necesario extraer todo tipo de basura e impedir el ingreso de maquinaria para dejar relleno, tapar las zonas más probables a inundarse y quitar vegetación.

5. CONCLUSIONES

Esta investigación proporciona información sobre funcionamiento y estado actual en el que se encuentra el humedal urbano Paicaví y como las obras civiles construidas en los terrenos aledaños han generado modificaciones y alteración en su funcionamiento.

El humedal se abastece de agua principalmente del canal Ifarle, los canales de aguas lluvias y de aguas subterráneas, la superficie que se denominó como “zona protegida” se encuentra saturada de agua, en cambio la “zona alterada” presentó en ocasiones pequeñas lagunas de agua en la época de primavera, también los canales que se encuentran en esta zona se encontraban intervenidos con escombros y basura que obstaculizaban el paso, según lo establecido por las Normas Chilenas 1333 y 409, todos los puntos analizados en el humedal cumplen con el pH y temperatura, en cambio los sólidos disueltos totales para el caso de agua utilizada para riego no cumpliría y para el consumo humano si, ya que no hay un mínimo de límite, todos los puntos cumplen con lo estipulado por las Naciones Unidas (CONAMA, 1997) con respecto a la salinidad, Vernier International clasifica al %OD como “pobre”, para el caso del fósforo todos los muestreos realizados cumplen con lo establecido, para el nitrito, amoníaco y el color del agua la mayoría de los puntos no están dentro del rango descrito por la normativa. Además, el suelo perteneciente al humedal había sido extraído y se cubrió la superficie con rellenos en diferentes oportunidades y se situaron en el lugar cúmulos de escombros.

Las obras civiles aledañas que generan un mayor impacto en el funcionamiento del humedal son las viales, viviendas y relleno, si bien se construyeron las calles y avenidas con vanos que permitirían la circulación del agua del canal Ifarle, estos por diferentes motivos no logran cumplir su objetivo. Los canales de aguas lluvias si bien proporcionan agua al humedal se desconoce el estado en el que se encuentra el agua al momento de su ingreso, además la alteración que se puede generar en su traslado a causa de diferentes componentes que se encuentran en el suelo o en objetos abandonados.

Para mitigar los impactos de las obras civiles aledañas al humedal se determinó que los vanos no han tenido la mantención necesaria para que no se acumule sedimento y obstaculice el paso del agua desde el humedal Tucapel al humedal Paicaví y desde el humedal Paicaví al humedal Vasco Da Gama, en el caso del segundo es necesario también remover todo tipo de basura que se encuentra en el agua y de vegetación que intervenga. También es necesario trasladar fuera del humedal los cúmulos de escombros y basura, en primer lugar, de los canales de aguas lluvia y sus respectivos caminos para el abastecimiento de agua. Además de crear zonas de amortiguación protegidas, con el fin de disminuir las perturbaciones causadas por el ser humano y sus acciones.

Con los resultados obtenidos de las variables ambientales del agua y del suelo se cree que el humedal en estudio se encuentra bastante deteriorado, principalmente en la “zona alterada”, las diferentes infraestructuras que colindan con el ecosistema y sus procesos de construcción, además de las diferentes acciones humanas, han generado alteración en el agua y su circulación, para confirmar esto es necesario realizar análisis más profundos.

AGRADECIMIENTOS

La autora de esta tesis desea agradecerle a la Dirección de Investigación por la adjudicación del “Concurso de Apoyo a la Ejecución de Proyectos de Investigación”, ya que con los fondos otorgados se permitió alcanzar los resultados esperados.

Quiero agradecerle a mi profesora guía Catterina Sobenes, en primer lugar, por poder decidir el tema en conjunto, también por su orientación, conocimiento, paciencia y confianza, lo que me permitió un buen desarrollo en el trabajo realizado. Los aportes y consejos para la elaboración de esta tesis han sido de mucha importancia.

Agradecer al Ing. Sebastián Escobar y a mi hermana María Jesús Landera por su colaboración en los procesos necesarios para determinar las diferentes variables y adquisición de datos y fotografías durante las visitas a terreno.

REFERENCIAS

ALIKHANI, S., NUMMI, P., OJALA, A. 2021. Urban Wetlands: A Review on Ecological and Cultural Values. *Water* 13, no. 22: 3301. <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/22/3301/htm#metrics>

AQUATERRA INGENIEROS LIMITADA. 2011. Estudio hidrogeológico cuencas Biobío e Itata. Santiago. <https://snia.mop.gob.cl/repositoriodge/bitstream/handle/20.500.13000/5366/SUB5348v4.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. 2017. Humedales: Definición, Funciones y Amenazas. BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. <https://biblioteca.cehum.org/bitstream/123456789/935/1/BCN.%20Humedales%20Definiciones%2C%20Funciones%20y%20amenazas.pdf>

BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL BCN. 2018. Descripción y Límites de Detección de Métodos de Análisis de Calidad del Agua usados a nivel global (Informe BCN). https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/25622/2/informe_Metodos_Analisis_CalidaddeAgua.pdf

BENEDICT, M. & MCMAHON, E. 2002. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. *Renewable Resources Journal*, Volume 20, Number3, Autumn 2002, Pages 12-17.

BÖRGEL, R. 1983. Geografía de Chile: Geomorfología. Instituto Geográfico Militar: 182 pp. Santiago.

BORDINOS, J. 2021. Flora y Fauna de los humedales. <https://www.ecologiaverde.com/flora-y-fauna-de-los-humedales-3569.html>. Último acceso 15/08/2022.

COMITÉ DE DEFENSA DEL HUMEDAL PAICAVÍ. 2016. La agonía del humedal Chepe-Angol Bajo. Concepción. https://resumen.cl/articulos/la-agonia-del-humedal-chepe-angol#google_vignette. Último acceso 23/09/2022

CORPORACIÓN CIUDADES. n.d. Atlas Concepción. <https://corporacionciudades.cl/wp-content/uploads/2019/04/ATLAS-CONCEPCION.pdf>. Último acceso 09/02/2023.

CREMONA, MJ. & ENRIQUEZ, A. 2020. Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica. *Presencia* N°73.

DIARIO CONCEPCION. 2017. Comunas del Gran Concepción duplican su tamaño en 20 años. <https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2017/03/20/comunas-del-gran-concepcion-duplican-su-tamano-en-20-anos.html>. Último acceso 17/08/2022.

DGA, 2022. Dirección General de Aeronáutica; información de temperaturas durante un año en la comuna de Concepción. <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/historico/temperaturaHistoricaAnual/360019>. Último acceso 25/10/2022.

FLORES, E. 2021. El vital pero olvidado sistema de humedales Paicaví, Vasco da Gama, Rocuant Andalién: La urgencia de la memoria para proteger este sistema hídrico. Resumen. Disponible en: <https://resumen.cl/articulos/el-vital-pero-olvidado-sistema-de-humedales-paicavi-vasco-da-gama-rocuant-andalien-la-urgencia-de-la-memoria-para-proteger-este-sistema-hidrico>. Último acceso el 15/09/2022.

GEF, 2021. Definición de límites e identificación de áreas prioritarias a restaurar del Sistema Humedal Rocuant-Andalién-Vasco Da Gama-Paicaví-Tucapel Bajo, comunas de Concepción, Hualpén, Talcahuano y Penco, Región del Biobío. Disponible en: https://gefhumedales.mma.gob.cl/documentos_pilotos/definicion-de-limites-e-identificacion-de-areas-prioritarias-a-restaurar-del-sistema-humedal-rocuant-andalien-vasco-da-gama-paicavi-tucapel-bajo-comunas-de-concepcion-hualpen-talcahuano-y/. Último acceso 30/08/2022

- GREEN, A. & FIGUEROA, J. 2003. Conservación de los humedales. Consultado 10 mayo 2010.
- GREGOR, J. & MARSÁLEK, B. 2004. Freshwater Phytoplankton Quantification by Chlorophyll a: A Comparative Study of in vitro, in vivo and in situ Methods. *Water Res.* 2004; 38:517-522.
- HANNA INSTRUMENTS. N.d. ORP. <https://hannachile.com/busqueda-por-parametro/orp>. Último acceso el 17/01/2023.
- HERRERA, C. 2015. Importancia de los humedales de la región y avifauna presente en el humedal Paicaví de Concepción, durante un año de muestreo. Concepción.
- LINK, O., BROX-ESCUADERO, L., AGUAYO, M., TORREION, F., MONTALVA, G. & EGUIBAR-GALAN, M. 2019. A paleo-hydro-geomorphological perspective on urban flood risk assessment.
- MADARIAGA, R. 1998. Sismicidad en Chile. *Física de la tierra*, 1998 n.º10:221-258.
- MARDONES, M. 1978. El sitio geomorfológico de las ciudades de Concepción y Talcahuano. Instituto de Antropología, Historia y Geografía, Universidad de Concepción: 62 pp. Concepción.
- MARTÍNEZ, C., ROJAS, C., ROJAS, O., QUEZADA, J., LÓPEZ, P. & RUÍZ, V. 2016. Crecimiento urbano sobre geformas costeras de la llanura de San Pedro, área metropolitana de Concepción. http://faug.udec.cl/wp-content/uploads/2016/06/2016_Marti%CC%81nezRojas_Costas.pdf
- MCDONALD, T., GANN, G.D., JONSON, J. & DIXON, K.W. 2016. International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE GOBIERNO DE CHILE, 2022. PLAN NACIONAL DE PROTECCIÓN DE HUMEDALES 2018-2022. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/75978/1/Plan_humedales_Baja_confrase_VERSION-DEFINITIVA.pdf
- MUSEO DE HISTORIA NATURAL CONCEPCIÓN. 2022. Humedales del Concepción Metropolitano: Servicios ecosistémicos en peligro. <https://www.mhnconcepcion.gob.cl/noticias/humedales-del-concepcion-metropolitano-servicios-ecosistemicos-en-peligro>. Último acceso 07/09/2022.
- NCh, NORMA CHILENA OFICIAL N° 1.333. of87. 1978. Requisitos de calidad de agua para diferentes usos. Inscripción N° 49.092 por Instituto Nacional de Normalización, INN. Santiago de Chile, 20 pp.
- NCh, NORMA CHILENA OFICIAL N° 409/1. 1984. Agua potable - parte 1: Requisitos. Instituto Nacional de Normalización, INN. Santiago, 14 pp.
- NORAMBUENA, H. 2019. Humedales del Gran Concepción. Museo de HISTORIA NATURAL Concepción. <https://www.mhnconcepcion.gob.cl/noticias/humedales-del-gran-concepcion>. Último acceso 19/09/2022.
- PINTO, A., VON SPERLING, E. & MOREIRA, R. 2001. Chlorophyll-a Determination Via Continuous Measurement of Plankton Fluorescence: Methodology Development. *Water Res.* 2001; 35(16): 3977-3981.
- RAMSAR. 1971. Guía a la convención sobre los Humedales. Ramsar, Irán. 121 pp.
- REID, W.V., MOONEY, H.A., CROPPER, A., CAPISTRANO, D., CARPENTER, S.R., CHOPRA, K., DASGUPTA, P., DIETZ, T., DURAIAPPAH, A.K., HASSAN, R., KASPERSON, R., LEEMANS, R., MAY, R.M., MCMICHAEL, T., PINGALI, P., SAMPER, C., SCHOLLES, R., WATSON, R.T., ZAKRI, A.H., SHIDONG, Z., ASH, N.J., BENNETT, E., KUMAR, P., LEE, J.N., RAUDSEPP-

HEARNE, C., SIMONS, H., THONELL, J. & ZUREK, M.B. 2005. Millennium ecosystem assessment synthesis report. United Nations, 203 pp.

RIVERA, N., ENCINA, F., MUÑOZ, A. & MEJIAS, P. 2004. La calidad de las aguas en los ríos Cautín e Imperial, IX Región-Chile. Información Tecnológica: 15 (5), 89-101 (2004).

Rojas, C. 2022. Evidencias del impacto de la urbanización en el sistema de humedales del Área Metropolitana de Concepción (Chile). Papers: Regió Metropolitana de Barcelona: Territori, estratègies, planejament, 2022, Núm. 64, p. 190-198. <https://raco.cat/index.php/PapersIERMB/article/view/402579>. Último acceso 06/09/2022.

SMITH, P. & ROMERO, H. 2009. Efectos del crecimiento urbano del área metropolitana de Concepción sobre los humedales de Rocuant-Andalién, Los Batros y Lengua. Reviste de Geografía Norte Grande. Santiago.

SMITH, V.H., TILMAN, G.D. & NEKOLA, J.C. 1999. Eutrophication: “Impacts of Excess Nutrient inputs on Freshwater, Marine, and Terrestrial Ecosystems”. Environmental Pollution 100: 179-196. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749199000913>. Último acceso 30/03/2023.

U. de Concepción, 2016. Resumen de la Metodología para el Diseño de una Infraestructura Ecológica. Centro de Eventos Bulnes. [https://www.u-cursos.cl/fau/2016/1/GEO-802/1/material_docente/bajar?id_material=1361721#:~:text=Una%20Infraestructura%20Ecol%C3%B3gica%20\(IE\)%20se%20define%20como%20una%20red%20de,los%20habitantes%20de%20un%20territorio](https://www.u-cursos.cl/fau/2016/1/GEO-802/1/material_docente/bajar?id_material=1361721#:~:text=Una%20Infraestructura%20Ecol%C3%B3gica%20(IE)%20se%20define%20como%20una%20red%20de,los%20habitantes%20de%20un%20territorio). Último acceso 04/11/2022.

VERNIER INTERNATIONAL INC. 2006. Ciencias con lo mejor de Vernier. Experimentos usando los sensores y el interface LabPro de Vernier. Estados Unidos de América.

VIDAL, C. & MARTEL, S. 2007. Cuidad y riesgos naturales: Efectos del evento pluviométrico de Julio del 2006 en el Gran Concepción. ARQUITECTURAS DEL SUR, 25 (33), 32-43. <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/AS/article/view/844>

VIVALLOS, J.; RAMÍREZ, P. & FONSECA, A. 1984. Microzonificación sísmica de la ciudad de Concepción, Región del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental N° 12: 3 mapas en una hoja escala 1:20.000. Santiago.

ANEXO A: Fauna

La fauna que se puede encontrar en el humedal Paicaví según el estudio realizado por Herrera (2015), se puede observar de manera resumida en la Tabla 1.

Tabla 1: Fauna observada en el humedal Paicaví.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Clasificación IUCN	Descripción	Referencia
Aves	Accipitriformes	<i>Eleanus leucurus</i>	Bailarín	Nativa	Menor riesgo	Ojos de color rojo, pico de color negro con base amarilla, patas amarillas, las plumas primarias de sus alas son de color gris y las cobertoras de color negro.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Circus cinereus</i>	Vari			El macho mide 40 cm, la cabeza, cuello, dorso y pecho superior de color gris azulado, plumas supracaudales blanco, abdomen, flancos, pecho inferior blanco y rojizo acanalado. La hembra de mayor tamaño y de color café. Patas y ojos amarillos.	iNaturalist, s.f.
		<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho			Patatas de color amarillo, dorso de color gris apizarrado, abdomen es de color blanco con franjas gris oscuro hacia los flancos	iNaturalist, s.f.
		<i>Parabuteo unicinctus unicinctus</i>	Peuco			Cabeza, dorso y lomo de color negruzco, algunas plumas supracaudales blancas, el pecho es negro con plumas blancas y marrones. Pico azulado con cera amarilla.	Pérez-Quezada et al., 2013.
	Anseriformes	<i>Anas flavirostris flavirostris</i>	Pato jergón chico			Cabeza y cuello de color pardo con líneas finas transversales de color negro, las plumas subescapulares negras alargadas y ribeteadas de canela, plumas supracaudales sibcaudales y cola de color marrón grisáceo. Pico de color amarillo con punta y línea negra.	Mella, 2009.
		<i>Anas gergica spinicauda</i>	Pato jergón grande			Cabeza parda con rayas negras, cuello, pecho y abdomen también pardo, pero con pintas negras, el manto y lomo con plumas pardas oscuras marginadas de marrón claro. Pico amarillo con la punta negra y patas grisáceas.	Mella, 2009.



Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Clasificación IUCN	Descripción	Referencia
Aves	Anseriformes	<i>Anas cyanoptera cyanoptera</i>	Pato colorado	Nativa	Menor riesgo	Corona de tonalidad negra, cabeza, cuello, pecho y abdomen marrón oscuro en el caso de los machos y en las hembras cabeza y cuello marrón claro, en cambio pecho, abdomen y flancos marrón con manchas oscuras.	Mella, 2009.
		<i>Spatula platalea</i>	Pato cuchara		Precaución menor	El macho tiene la cabeza y el cuello de color rojizo con rayas negras, el cuerpo es más claro, cubierta alares celestes. Pico negro, patas amarillas y ojos blanco. La hembra es de colores más claros y sus ojos son marrones.	Mella, 2009.
		<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real		Menor riesgo	Cabeza y cuello de color negro, parte superior de la cabeza con brillos metálicos verdoso, frente, mejillas, pecho y abdomen de color blanco, dorso y escapulares de color negro con plumas blancas, el pecho con líneas transversales blancos con negro. Pico negro azulado y patas negras.	Mella, 2009.
	Apodiformes	<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor chico		Menor riesgo	Cabeza verde con tonos iridiscentes, garganta, flanco y cola verde con manchas bronceadas brillantes. El pico es recto de color negro.	Pérez-Quezada et al., 2013.
	Cathartiformes	<i>Cathartes aura jota</i>	Jote cabeza colorada		Menor riesgo	Cuerpo de color negro pardo, cabeza y cuello de color rojo y desnudo, pico de color blanco y corneo.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Coragyps atratus foetens</i>	Jote cabeza negra		Menor riesgo	Cuerpo de color negro con brillo metálico, cabeza y cuello negro y desnudo, pico de color negro y ganchudo	Pérez-Quezada et al., 2013.
	Charadriiformes	<i>Vanellus chilensis chilensis</i>	Queltehue		Menor riesgo	Ojos rojos, cuello y cabeza de color gris, dorso gris con brillo parduzco, plumas cobertoras alares de color gris con brillos tornasolados	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Gallinago paraguaiiae magellanica</i>	Becacina		Preocupación menor	Espalda manchada c de tonos negros, marrón, amarillo, pico recto de color verdoso oscuro.	Tala, C. & Ministerio de Medio Ambiente, 2019.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Clasificación IUCN	Descripción	Referencia
Aves	Charadriiformes	<i>Larus dominicanus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Nativa	Menor riesgo	Pico de color amarillo con una mancha roja, manto y lomo negro y el resto del cuerpo blanco.	Pérez-Quezada et al., 2013.
	Columbiformes	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola		Introducida	Menor riesgo	Dorso, lomo y supracaudales posee plumas de color gris pardusco, su cuello es de color vinoso al igual que su cabeza a excepción de una corona y la nuca que son de color gris.
		<i>Columba livia</i>	Paloma	No posee un patrón de color definido, pero se caracterizan algunas por su cuello es cual posee plumas iridiscentes.			Pérez-Quezada et al., 2013.
	Falconiformes	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	Nativa	Cabeza con corona y la nuca de tonalidad azulada oscuro, manto y lomo marrón rojizo con estrías transversales negras. Garganta, pecho, abdomen y calzones de color blanco a amarillo con líneas negras.		Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Falco peregrinus cassini</i>	Halcón peregrino		Cabeza de color negro con plumas blancas en la frente, zonas cercanas blancas. con machas más oscuras. Las alas son negras por la parte dorsal y blancas con líneas transversales negras. Pico y patas amarillas, ojos de color negro. Pico azulado.		Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Milvago chimango</i>	Tiuque		El manto y lomo posee plumas de color marrón canela con bordes blancos. Garganta, pecho y abdomen de color marrón claro, las alas son marrón oscuro, la cola es marrón claro con franjas más oscuras. Pico gris azulado, el macho tiene patas amarillas y la hembra azul.		Pérez-Quezada et al., 2013.
	Galliformes	<i>Callipepla californica brunnescens</i>	Codorniz	Introducida	Cabeza café con una corona blanca con bordes negros, además un copete negro. Garganta y cuello delantero negro bordeado con una línea blanca, el cuello trasero posee pequeñas plumas blancas con bordes negros. El dorso, supracaudales y cobertoras de color gris, en cambio el abdomen es amarillo. Pico negro y patas grises.		Pérez-Quezada et al., 2013.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Clasificación IUCN	Descripción	Referencia
Aves	Gruiformes	<i>Pardirallus sanguinolentus landbecki</i>	Piden	Nativa	Menor riesgo	Ojos de color rojo, pico largo algo curvado, las plumas son de color pardo oliváceo desde la nuca hasta las cobertoras y el resto del cuerpo gris.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua frente roja			Ojos rojos, escudo frontal alargado de color rojo, cabeza y cuello de color negro y el resto del cuerpo gris oscuro	Mella, 2009.
		<i>Porphyriops melanops crassirostris</i>	Tagüta			cabeza y cuello de color gris, cara negruzca, dorso y cubiertas alares pardos a castaño, flancos pardos con manchitas blancas	Mella, 2009.
		<i>Laterallus jamaicensis salinasi</i>	Pidencito		En peligro	cabeza, cuello delantero y pecho, de color gris ceniza, abdomen y flancos, de color pardo oliváceo oscuro con manchitas transversales blanquecinas.	Tala, C. & Ministerio de Medio Ambiente, 2019.
	Passeriformes	<i>Anairetes parulus parulus</i>	Cachudito		Menor riesgo	Cabeza de color negro, dorso gris, pecho y abdomen gris blanquecino con líneas longitudinales negras, alas y cola negruzcas	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Xolmis pyrope pyrope</i>	Diucón			Ojos rojos, cabeza, cuello y dorso de color gris oscuro, plumas primarias y secundarias de color negras, cola gris clara con bordes blancos.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Hymenops perspicillatus andinus</i>	Run-run			Ojos negros con anillo periocular amarillo, patas negras y pico amarillo, plumas de todo su cuerpo de color negro, con plumas primarias de color blanco con puntas negras.	ROC, s.f.
		<i>Tachuris rubrigastra rubrigastra</i>	Siete colores			Corona negra con línea central roja y líneas amarillas a los lados, por los lados de la cara un triángulo negro azulado desde el pico hasta las plumas auriculares, garganta blanca y pecho y abdomen amarillo, lomo verde amarillento	Mella, 2009.
		<i>Elaenia albiceps chilensis</i>	Fio-fío			Colora alargada de color ceniza y la parte central blanca, su cuerpo es gris con tintes oliváceos, garganta, cuello y pecho de tonos más claros en comparación al dorso, abdomen blanquecino.	Pérez-Quezada et al., 2013.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Clasificación IUCN	Descripción	Referencia
Aves	Passeriformes	<i>Muscisaxicola macloviana mentalis</i>	Dormilona tontito	Nativa	Menor riesgo	Cabeza parda oscura, bridas y auriculares negruzcos, dorso pardo grisáceo en extremos negruzco, garganta, pecho y abdomen de color gris claro.	Aves de Chile, s.f.
		<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Viudita			Cabeza gris parduzca, lados de la cara, garganta y pecho grisáceos, dorso, lomo y supracaudales pardo oliváceos, alas pardo-negruzcas con cobertoras ribeteadas.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Agriornis livida</i>	Mero			cabeza, cuello y dorso gris pardusco estriado de negro hacia el centro, lorums y anillo ocular claro, garganta clara con estrías negras vistosas	ROC, s.f.
		<i>Phytotoma rara</i>	Rara			Cuello trasero, dorso y supracaudales pardo con rayas negras. Garganta, pecho, abdomen y subcaudales en machos rufo acanelado y en hembras blanquecino acanelado, ojos rojos y pico ancho.	ROC, s.f.
		<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena			Partes superiores de la cabeza, cuello trasero, dorso y lomo de color negro con brillos metálicos azulinos, garganta, cuello delantero, pecho, abdomen y rabadilla de color blanco, alas y cola negras con algo de brillo verdoso metálico.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Pygochelidon cyanoleuca patagonica</i>	Golondrina dorso negro			Cabeza, cuello trasero, dorso y lomo de color negro con brillos metálicos azulinos, garganta, cuello delantero, pecho, abdomen y rabadilla de color blanco, alas y cola negras	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Cistothorus platensis hornensis</i>	Chercán de las vegas			Cabeza parda con rayas longitudinales negras, dorso pardo variegado con rayas negras y blanquecinas. Pecho y abdomen café claro.	Aves de Chile, s.f.
		<i>Troglodytes aedon chilensis</i>	Chercán			cabeza y dorso color canela claro, garganta, pecho y abdomen blanquecino acanelado, alas color canela algo rojizas con barras oscuras.	Pérez-Quezada et al., 2013.



Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Clasificación IUCN	Descripción	Referencia
Aves	Passeriformes	<i>Anthus correndera chilensis</i>	Bailarín chico	Nativa	Menor riesgo	Partes superiores de la cabeza, cuello trasero y laterales además del dorso, garganta y pecho superior de color pardo amarillento, rayado longitudinalmente de negruzco.	Aves de Chile, s.f.
		<i>Mimus thenca</i>	Tenca	Endémico		Cuerpo de tonos pardos, más oscuro por encima y más claro en la garganta, pecho y abdomen. Pico y patas negras	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Turdus falcklandii magellanicus</i>	Zorzal	Nativa		Cabeza café, corona y nuca pardo oscuro, manto, lomo y cubiertas alares café claro, garganta parda blanquecina con estrías longitudinales oscuras, pecho y abdomen pardo blanquecino, ojos pardos oscuros con parpados amarillos.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Passer domesticus domesticus</i>	Gorrión	Introducido		Partes superiores pardas, manchadas de castaño y negro, lomo y supracaudales gris parduzco, partes inferiores blanquecinas. El macho tiene una notoria mancha negra desde el centro de la garganta hasta el pecho superior, la hembra en cambio tiene tonos parduzcos parejos en esas zonas.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Sporagra barbata</i>	Jilguero	Nativa		Cuello amarillo verdoso con la parte delantera y garganta negra, dorso amarillo verdoso oscuro rayado, pecho amarillo verdoso. El macho tiene la nuca más oscura y una corona negra.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Zonotrichia capensis chilensis</i>	Chincol			Lomo y manto pardo con líneas longitudinales negras, abdomen blanquecino, cabeza gris con tres franjas negras, que parten desde el pico hasta la nuca, en la línea de los ojos, otra en la mandíbula inferior y la última en la cabeza, en el caso de los machos la última se encuentra en una corona levantada.	Pérez-Quezada et al., 2013.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Clasificación IUCN	Descripción	Referencia
Aves	Passeriformes	<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	Nativa	Menor riesgo	Cabeza parda, línea superciliar blanquecina desde la base del pico a la nuca, dorso pálido, garganta anterior blanquecino	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Phleocryptes melanops melanops</i>	Trabajador			Cabeza parda oscura, con una gran línea superciliar blanca, dorso negruzco con manchas grises	Mella, 2009.
		<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito			Cabeza negra, gran superciliar amarillenta desde la base del pico a la nuca. Dorso pardusco, garganta blanca, alas negruzcas con base rojiza.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral			Corona y nuca pardo-oscura con líneas café claro, línea superciliar blanca, garganta y cuello delantero blanquecino, cuello trasero, dorso y cobertoras café terroso, cola negruzca con barbas externas delgadas.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Sturnella loyca</i>	Loica			Cuello delantero, pecho y parte superior del abdomen rojo, cabeza y cuello pardo oscuro, notoria superciliar blanco con rojo hacia la frente, dorso y cola pardo oscuro.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo			Pico y patas negras, macho el totalmente negro con tornasoles violáceos azulados, la hembra es gris ceniza y pardusco oscuro.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo			Totalmente negro, un poco brillantes, patas y pico también de color negro.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Agelasticus thilius</i>	Trile			El macho es totalmente negro, con el codo amarillo, la hembra en cambio es de color pardo, pecho y abdomen terroso con manchitas oscuras.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Diuca diuca</i>	Diuca			Cabeza, cuello, dorso y pecho de color gris, garganta, bajo pecho y abdomen blanco, pico y patas oscuras	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue			Cabeza gris verdosa, corona, nuca y cuello trasero también gris, pero con rayitas longitudinales pardas, lomo y supracaudales amarillo verdoso.	Pérez-Quezada et al., 2013.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Clasificación IUCN	Descripción	Referencia
Aves	Pelecaniformes	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	Endémica	Menor riesgo	De color gris a gris azulada, cabeza y cuello de color blanquecino, pecho, corona y nuca de color negro, pico de color amarillento muy largo y puntiagudo.	ROC, s.f.
		<i>Egretta thula thula</i>	Garza chica	Nativa		De color blanco, el pico es de color negro con base de color amarillo, cuello muy largo, patas de color amarillas.	Mella, 2009.
		<i>Casmerodius albu</i>	Garza grande			De color blanco, pico largo y puntiagudo de color amarillo, las piernas y patas de color negro.	
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera			De color blanco, en temporada de reproducción sus plumas se tornan de color ocre en la nuca, cuello, pecho y dorso. Pico grueso de color amarillo.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo			Cabeza negruzca con azul tornasolada, frente y superciliares de color blanco, dorso y lomo negruzco con brillos tornasolados azul y verdes, pico grueso oscuro, patas amarillas y ojos rojos.	Mella, 2009.
		<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo			cabeza y nuca parda clara con franja negra delgada, pico de color amarillo verdoso con base rojiza, patas amarillo verdoso	Aves de Chile, s.f.
		<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano			Cabeza, cuello, dorso, pecho y abdomen de color castaño purpura brillantes, alas y cola pardas con reflejos verde bronceados, plumas blancas rodean el pico, el cual es de color rojizo.	Aves de Chile, s.f.
	Piciformes	<i>Veniliornis lignarius</i>	Carpinterito			Cabeza y frente con corona de color negro, lados de la cara de color blanco, dorso y lomo con barras transversales negras y blancas. Los machos tienen nuca delantera negra y trasera roja, en cambio la nuca de las hembras es totalmente negra.	Pérez-Quezada et al., 2013.
	Podicipediforme	<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	Cabeza negra con tonos pardos, cuello de color pardo, dorso es negro con matices rufos, pico de color negro, recto y delgado, ojos de color rojo.		Mella, 2009.	

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Clasificación IUCN	Descripción	Referencia
Aves	Podicipediforme	<i>Podilymbus podiceps antarcticus</i>	Picurio	Nativa	Menor riesgo	Es de color gris oscuro, lados de la cabeza y cuello de color gris más claro, pico de color grisáceo de forma ancha.	Aves de Chile, s.f.
	Strigiformes	<i>Glaucidium nana</i>	Chuncho			Cabeza, dorso y plumas cobertoras de color gris pardo con algo de castaño y manchas de color blanco. Garganta de color blanco, pecho y abdomen con rayas longitudinales blancas.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Tyto alba</i>	Lechuza			Cara plana blanca, el borde del disco facial es café amarillento con forma de corazón, las alas y la cola están cruzadas por bandas café amarillento y negruzcas.	Pérez-Quezada et al., 2013.
	Suliformes	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco			Plumaje totalmente negro brillante, pico de color café y punta ganchuda, alrededor del pico piel desnuda amarilla.	Mella, 2009.
		<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay			Cabeza, cuello y dorso negro con brillos verdosos en la parte superior y azulados en la parte inferior. Garganta, base del cuello, pecho y abdomen de color blanco, pico corneo con base rojiza.	Aves de Chile, s.f.
	Mamíferos	Rodentia	<i>Myucastor coypus</i>			Coipo	Endémica
<i>Abrothrix olivacea.</i>			Ratón oliváceo	Desde la cabeza al tronco hay un largo de 9 a 11 cm y su cola mide entre 6 a 7 cm. Sus orejas con pequeñas, su dorso tiene pelaje viso bruno-oliváceos y ocre en el vientre.	Pérez-Quezada et al., 2013.		
Peces	Cypriniformes	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	Introducida	Vulnerable	Pez robusto, puede llegar a medir entre 35 a 60 cm y pesar 1 a 3 kg, aunque hay ejemplares que han llegado a pesar 18 kg. Su dorso y aletas generalmente son tonalidad oscura, flancos color dorado	iNaturalistCL, s.f
	Salmoniformes	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris	Endémica	Preocupación menor	La parte dorsal de su cuerpo suele ser color marrón, verde oliva o azul verdoso, vientre es de color plateado o blanco perlado.	iNaturalistCL, s.f.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Clasificación IUCN	Descripción	Referencia
Peces	Salmoniformes	<i>Salmo trutta</i>	Trucha marrón	Endémica	Preocupación menor	Dorso oscuro de tonos café, grandes puntos cafés o rojos, en algunos casos tonalidades amarillas.	iNaturalistCL, s.f.
	Atheriniformes	<i>Odontesthes bonariensi</i>	Pejerrey argentino		Casi amenazada	De color plateado e iridaciones azuladas, con dos bandas longitudinales más oscuras,	iNaturalistCL, s.f.
Reptiles	Squamata	<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	Nativa	Preocupación menor	Es venenosa, puede llegar a medir 2 m. Contextura delgada, de color pardo con una banda ancha oscura que recorre todo el lomo	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata			De color café, la cabeza es un poco más oscura, posee manchas café sombrías sobre los escudos cefálicos, desde los ojos nacen cintas de color blanco amarillento que se extienden por todo el cuerpo.	Pérez-Quezada et al., 2013.
		<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto chileno			Color general verde oliváceo, con dibujo dorsal formado por una banda occipital de manchas oscuras	iNaturalistCL, s.f.

Fuente: Modificado de Herrera, 2015.

ANEXO A: Flora

Santibáñez et al. (2008) clasificaron a través del régimen hídrico el territorio chileno obteniendo un total de 8 zonas biogeográficas, ubicando a Concepción como zona húmeda. En la tabla 2 se encuentra la flora que se puede observar en la zona húmeda.

Tabla 2. Flora observada en la zona húmeda de Chile.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Liliopsida	Alismatales	<i>Alisma lanceolatum</i>	Llantén de agua rosado	Introducida	Planta de tipo perenne, puede alcanzar el metro de largo, las hojas lanceoladas a elípticas estrechándose hacia el peciolo. Flor de color blanco con 4 pétalos.	iNaturalistEc, s. f. Chileflora, s. f.
		<i>Egeria densa</i>	Luchecillo		Planta acuática, crece en a 4 m de profundidad, los tallos conductores superiores a 2 m. Las hojas se forman en grupos de cuatro a ocho, con un ápice agudo.	Hauenstein, 2004.
		<i>Lemna minuta</i>	Lenteja de agua	Nativa	Planta acuática libre que flota en la superficie del agua, formada por 4 frondes cohesionados, membranáceas, planas, elípticas de 1 5 mm de largo.	iNaturalistEc, s. f.
		<i>Ruppia maritima</i>	Pelo de marisma		Planta acuática, como un hilo delgado, crece de un rizoma anclado. Produce una larga y estrecha inflorescencia, recta o ligeramente con la punta enrollada con dos flores diminutas.	iNaturalistEc, s. f. curriculumnacional, s. f.
		<i>Sagittaria montevidensis</i>	Lengua de vaca		Hierba acuática robusta de tipo perenne, puede mide entre 50 a 150 cm de alto, hojas sagitadas de entre 10 a 30 cm. Flores con largos peciolo, pétalos blancos.	Las plantas endémicas de Chile, s. f. iNaturalistEc, s. f.
		<i>Sagittaria montevidensis</i>	Lengua de vaca		Hierba acuática robusta de tipo perenne, puede mide entre 50 a 150 cm de alto, hojas sagitadas de entre 10 a 30 cm. Flores con largos peciolo, vistosos pétalos blancos.	Las plantas endémicas de Chile, s. f. iNaturalistEc, s. f.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Liliopsida	Asparagales	<i>Crocsmia crocosmiiflora</i>	Monbresia	Introducida	Geófito provista de cormo. Las hojas lanceoladas de hasta 40 cm de largo, verde claro, secas en invierno. Tallo floral hasta 90 cm, flores reunidas en una espiga	Fundación RA Philippi de estudios naturales, s. f. iNaturalistEc, s. f.
	Cyperales	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	Nativa	Planta acuática, de tipo perenne, su tallo puede medir entre 1 a 3 metros, es cespitoso, erecto, liso, trígono, terete. Las hojas de la sección inferior presentan vainas foliares carentes de láminas. La inflorescencia es un agregado simple yseudolateral de espiguillas	Rodrigo et al., 2018.
					Planta acuática, que puede alcanzar los 100 cm, parecida a una gramínea, tallo muy delgado, ramificado y algo comprimido. Las hojas son lineales y estrechas	Curriculumnacional, s. f. iNaturalistEc, s. f.
	Najadales	<i>Potamogeton pusillus</i>	Espiga de agua	Nativa	Planta acuática, que puede alcanzar los 100 cm, parecida a una gramínea, tallo muy delgado, ramificado y algo comprimido. Las hojas son lineales y estrechas	Curriculumnacional, s. f. iNaturalistEc, s. f.
		<i>Potamogeton pusillus</i>	Espiga de agua		Planta acuática, que puede alcanzar los 100 cm, parecida a una gramínea, tallo muy delgado, ramificado y algo comprimido. Las hojas son lineales y estrechas	Curriculumnacional, s. f. iNaturalistEc, s. f.
	Poales	<i>Agrostis stolonifera</i>	Chépica de agua	Introducida	Planta perenne, estolonífera, tallos de entre 30 a 80 cm, generalmente decumbentes o ascendentes, glabros, hojas densamente dispuestas en los brotes basales, posee panícula de 3 a 9 cm.	Fuentes et al., s. f.
		<i>Apodasmia chilensis</i>	Canutillo	Endémica	Planta con flores parecida a un junco. Posee follaje fino, gris verdoso y tupido, en los tallos hay articulaciones similares a brácteas.	iNaturalistCo, s. f. Fuentes et al., s. f.
		<i>Arundo donax</i>	Carrizo gigante	Introducida	Similar al bambú, puede medir entre 3 a 6 metros de altura, tallo grueso y hueco, las hojas de entre 5 a 7 cm, que envuelven el tallo y las flores son espiguillas violáceas o amarillas.	Fuentes et al., s. f.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Liliopsida	Poales	<i>Cyperus reflexus</i>	Ñocha	Nativa	Hierba de entre 15 a 60 cm de altura, rizoma horizontal corto. El tallo erecto, cilíndricos en la base tonándose triangular hacia el ápice, las hojas de máximo 4 mm, ligeramente escabrosas. Inflorescencia globosa de 1 a 2 cm de diámetro, de coloración castaño rojizo	iNaturalistCo, s. f. Rodríguez et al., 2018.
		<i>Deyeuxia chrysantha</i>	Sora		Hierba perenne con tallos laterales, subterráneos o acuáticos. Hojas rígidas y punzantes, de 1 a 20 cm de longitud, con lígula membranosa, triangular, notoria, El tallo floral de 8 a 80 cm de alto y el fruto es seco.	Hernández et al., 2014.
		<i>Distichlis spicata</i>	Pasto salado		Hierba de tipo perenne, que puede llegar a medir 60 cm de alto, el tallo es rígido, erecto, con numerosos entrenudos cortos, con hojas alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo. En la punta del tallo pueden llegar a formarse 20 espiguillas, generadas en una panícula densa y angosta de 8 cm de largo.	iNaturalistCL, s. f.
		<i>Echinochloa colona</i>	Arrocillo	Introducida	Planta cespitosa y herbácea, puede alcanzar los 60 cm de altura con ramas ascendentes o postradas, nodosas, las hojas tienen una longitud entre 4 a 20 cm y de ancho 3 a 8 cm. Además, posee espiguillas	Hernández et al., 2014.
		<i>Echinochloa crusgalli</i>	Pasto dentado		Planta de 10 a 100 cm, tallo erecto o decumbente y glabro. Las hojas son vainas glabras, sin lígula, láminas foliares hasta de 65 cm de longitud. La panícula de 10 a 25 cm de longitud, erecta o péndula, de color púrpura, generalmente con 5 a 25 ramas aplicadas o abiertas.	Rodrigo et al., 2018.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Liliopsida	Poales	<i>Eleocharis macrostachya</i>	Rüme	Nativa	Hierba perenne, acuática, arraigada al sustrato emergente, los tallos son cilíndricos y puede llegar a medir entre 10 a 60 cm, no posee hojas, solo brácteas en la base del tallo, en la punta hay una espiga de 10 a 25 mm, multiflora.	Curriculumnacional, s. f. iNaturalistCL, s. f.
		<i>Glyceria multiflora</i>	Glicería		Tallos enraizantes por nudos, hojas con vaina de márgenes soldados, al menos en la mitad inferior y limbo plano o plegado. Panoja laxa con raquis excavado. Espiguillas con flores numerosas	Rodríguez et al., 2018.
		<i>Isolepis cernua</i>	Can can		Hierba de pequeño tamaño, con hojas filiformes que dormán una espiga en la parte superior de los tallos, en algunas ocasiones lo sobrepasa una pequeña bráctea que hace que parezca una inflorescencia lateral.	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s.f.
		<i>Juncus balticus</i>	Junquillo		Hierba perenne, de 17-50 cm, rizomatosa estolonífero, con entrenudos de 1 a 6, de 3 mm de diámetro, cubierto por vainas escumiformes imbricadas de un pardo amarillento a un pardo oscuro	Rodríguez et al., 2018. Cordero et al., 2022.
		<i>Juncus bufonius</i>	Junquillo	Introducida	Planta que puede llegar a medir 35 cm, muy ramificada, erecta o parcialmente tendida, forma césped poco espeso. Las hojas de 1 mm de ancho, largas con bordes revueltos longitudinalmente hasta formare casi un tubo.	Rodríguez et al., 2018. Cordero et al., 2022.
		<i>Juncus capillaceus</i>	Junquillo	Nativa	Hierba de tipo perenne, que puede llegar a medir más de 40 cm, con rizoma oblicuo, brotes extravaginales, entrenudos cortos y cubiertos de fibras. Las semillas pueden medir entre 0,3 a 0,4 mm y son estriadas.	Rodríguez et al., 2018.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Liliopsida	Poales	<i>Juncus pallescens</i>	Hierba de la vaca	Nativa	Planta herbácea, con altura aproximada de 90 cm, la hoja es cilíndrica, alargada, recta y flexible. La flor compuesta y pequeña	Rodríguez et al., 2018.
		<i>Oreobolus obtusangulus</i>	Erizo		Hierba de 4 a 10 cm de alto, rizomas ramificados que emiten tallos densamente hojosos, formando césped denso, duro y bajo, las hojas son lineares, punzantes y anchas en la base.	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s. f.
		<i>Marsippospermum philippii</i>	Quilmén		Hierba de tipo perenne, con tallo de 15 a 20 cm de alto, con 2-3 catáfilas escamosas, lámina foliar profundamente acanalada en la base, luego cilíndrica terminada en punta aguda.	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s. f.
		<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	Introducida	Tipo de planta perenne, con rizoma rastreros, pueden llegar a los 4 m de altura y 2 cm de diámetros.	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s. f.
		<i>Polypogon australis</i>	Hierba del pollo	Nativa	Hierba de tipo perenne, su tallo puede llegar a medir 100 cm. La inflorescencia es una panícula de hasta 15 o 16 cm de largo, de apariencia esponjosa, en ocasiones color purpura.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
		<i>Sporobolus densiflorus</i>	Llinto		Hierba de tipo perenne, acuática, arraigada, con rizomas cortos y culmos glabros, erectos de 40 a 100 cm de alto, por lo que sobresale del agua. Vainas lisas y largas.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
		<i>Typha angustifolia</i>	Vatro	Introducida	Planta de tipo perenne, puede llegar a medir 2 m, con tallo cilíndrico y hojas basales y lineares.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
		<i>Typha domingensis</i>	Vatro rojo		Planta acuática, emergente, que puede llegar a tener 2,5 m de altura. Las hojas son de igual o superior largo de la espiga. La inflorescencia pardo claro, con una o más brácteas foliáceas caducas.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Equisetopsida	Equisetales	<i>Equisetum bogotense</i>	Limpia plata	Nativa	Tallo subterráneo, muy ramificado, los tallos aéreos son débiles, vainas del tallo principal con segmentos y dientes membranáceos persistentes. Estróbilos terminales	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
		<i>Equisetum pyramidale</i>	Cola de caballo	Endémica	A Tallo débiles de 1 a 2 cm de diámetro, y pueden tener una altura de entre 2 a 5 m en ocasiones arqueados, costillas definidas sobresalientes, tiene rizomas largos, y en apariencia carece de hojas, desde los nudos de los tallos salen ramas de iguales características.	Rodríguez et al., 2018.
Magnoliopsida	Apiales	<i>Apium nodiflorum</i>	Berraza	Introducida	Planta con tallos procumbentes o ascendentes, que pueden llegar a los 100 cm, son huecos y finamente asurcados. Las hojas pinnadas y las flores se reúnen en inflorescencias de tipo umbela.	Rodríguez et al., 2018. Fuentes et al., s. f.
		<i>Apium prostratum</i>	Rapa	Nativa	Hierba de tipo perenne, que posee hojas de variadas formas, con folíolos dentados. Produce pequeñas flores blancas	Rodríguez et al., 2018.
		<i>Conium maculatum</i>	Cicuta	Introducida	Planta herbácea de tallo recto, liso, hueco y moteados con manchas violeta, puede llegar a medir 2,5 metros de alto. Posee hojas que pueden medir 50 cm con forma triangular. Las flores son pequeñas de color blanca, cada flor tiene 5 pétalos y crecen en racimos con forma de paraguas.	ISPCH, s.f.
		<i>Foeniculum vulgare</i>	Hinojo		Hierba perenne erecta, que posee una altura entre 90 a 100 cm. Las hojas tripinnatisectas. La umbela compuesta por rayos de 12 a 15, en ocasiones pueden ser 40, extendidos ascendentes en la floración, las flores son amarillo intenso.	Curriculumnacional, s. f.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Magnoliopsida	Apiales	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Paragüita	Nativa	Planta acuática de tipo perenne, posee tallos horizontales subterráneos y estolóníferos, finos hasta robustos, glabros. Tiene umbelas simples, 4-12-flores, y pedicelos de 1-2 mm de largo, ascendentes.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
		<i>Lilaeopsis macloviana</i>	Isru		Planta acuática, que puede llegar a medir entre 30 a 50 cm. No posee hojas, el tallo es de tonalidad verde, septados y hueco. En la umbela se generan flores de color amarillas, las cuales generalmente están sumergidas.	Rodríguez et al., 2018.
	<i>Baccharis sagittalis</i>	Vautro de tres	Arbusto con una altura de 100 cm, con tallos cilíndricos, a cierta distancia del suelo presentan 3 alas reticuladas. Las hojas son lanceoladas o elípticas, agudas u obtusas, con mucrón corto. Capítulos agrupados en espigas terminales.		Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.	
	Asterales	<i>Bidens laevis</i>	Amor seco	Introducida	Hierba de 0,3 a 1 metro de alto, tallos oscuros, hojas lanceoladas acuminadas, flores amarillas, como fruto se obtiene un aquenio comprimido.	Rodríguez et al., 2018.
		<i>Cotula coronopifolia</i>	Botón de oro africano		Hierba de suelo, forma raíces en diferentes partes de tallos, las hojas son alargadas y brillantes, forman capítulos amarillos con flores tubulares	Rodríguez et al., 2018. Fuentes et al., s. f.
		<i>Donatia fascicularis</i>	Hierba de Donati	Nativa	Pequeño arbusto de 5 cm, forma cojines, que están constituidos por numerosos individuos diminutos que crecen apretadamente	Rodríguez, R., et al. 2018. Alarcón, D., et al. 2016.
		<i>Lasthenia kunthii</i>	Rancagua		Hierba con tallo tendido, gráciles y glabros. Las hojas son lineales, opuestas, unidas en la base, las flores son dimorfas y de color amarillo.	Rodríguez et al., 2018. Domínguez & Elvebakk, 2003.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Magnoliopsida	Asterales	<i>Lobelia oligophylla</i>	Qatari	Nativa	Hierba perenne, pequeña, rastrera, con tallos formando céspedes al entremezclarse con otras especies. Hojas con pecíolos largos, alternas, lámina anchamente ovada a redondeada. Flor solitaria, de color blanco o rojo con 5 pétalos.	Rodríguez et al., 2018. SIB, s. f
		<i>Bidens aurea</i>	Falso té	Introducida	Hierba rizomatosa, que puede alcanzar una altura de 50 a 100 cm, su tallo de color verde o marrón rojizo, sus hojas son opuestas, de borde aserrado. Flor solitaria blanca de 20 a 30 mm de diámetro.	Rodríguez et al., 2018. Fuentes et al., s. f.
		<i>Senecio fistulosus</i>	Hualtata	Nativa	Hierba de tipo perenne provisto de rizoma horizontal grueso y ramificado. Tallos huecos, estriados, lanosos y pueden llegar a medir 2,5 m. Capítulos numerosos en inflorescencias muy densas	Rodríguez, R., et al. 2018. Alarcón et al., 2016.
		<i>Senecio smithii</i>	Vautro blanco		Planta de tipo perenne con tallos subterráneo, robusto, puede ser glabra o lanosa. Tallo erecto que puede llegar a medir 1,2 m. Las hojas son basales grandes, con margen dentado. Los capítulos numerosos reunidos en inflorescencias, las flores son blancas.	Rodríguez et al., 2018. Fundación RA Philippi de estudios naturales, s. f.
		<i>Selliera radicans</i>	Maleza de marisma	Endémica	Hierba que puede llegar a medir 20 cm de altura y 2 m de ancho. Hojas estrechas que pueden tener 4 cm de largo y tener forma de cuchara. Su flor posee 5 pétalos, en tonalidad blanca, esta se caracteriza por ser semicircular	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s. f.
		<i>Symphyotrichum vahlii</i>	Margarita palustre	Nativa	Suele ser herbáceas florales, de entre 10 a 6 cm de alto, con flores liguladas blancas de 6 mm, seca se torna azulada. La flor es de color blanco y posee aprox. 14 pétalos.	Rodríguez et al., 2018.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Magnoliopsida	Brassicale	<i>Cardamine bonariensis</i>	Berro picante	Nativa	Hierba glabras o pilosas con pelos simples, racimos de flores de color blanco, violeta, rosadas, por lo general flexuosas, como fruto se obtiene silicua lineal, comprimida.	Rodríguez et al., 2018.
		<i>Nasturtium officinale</i>	Berro	Introducida	Planta acuática o semiacuática de entre 10 a 50 cm de altura. Los tallos huecos ascendentes con hojas de color verde oscuro, glabras, posee flores pequeñas blancas.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
	Caryophyllales	<i>Atriplex chilensis</i>	Cachiyuyo	Endémica	Subarbusto, los cuales se caracterizan por estar cubiertos de pelo, formando una superficie plateada, áspera o harinosa, las hojas no presentan un orden a lo largo de la rama, con hojas enteras, dentadas o lobuladas, Las flores nacen en los extremos de las ramas, en espigas.	Rodríguez et al., 2018.
		<i>Drosera uniflora</i>	Atrapa-moscas	Nativa	Planta insectívora, es una drosera con una flor única de color blanco, en las hojas hay glándulas que secretan mucílago pegajoso, lo que se utiliza para capturar insectos.	Rodríguez et al., 2018.
		<i>Dysphania chilensis</i>	Paico		Planta de tipo perenne, cubierta de pelo pelos glandulares pedunculados o sésiles. Los tallos son erectos, ascendentes, decumbentes o postrados y en su mayoría ramificados, las hojas alternas pecioladas y las flores de color crema.	Rodríguez et al., 2018.
		<i>Polygonum lapathifolium</i>	Duraznillo	Introducida	Hierba altura entre 20 a 80 cm, con tallo erecto con articulaciones, de color rojizo, las hojas son alternas, a menudo densamente peludas en la parte de abajo. Posee una espiga densa y el perianto de cada pequeña flor rosa consta de cuatro o cinco lóbulos, fusionados cerca de la base.	Rodríguez et al., 2018. Fuentes et al., s. f.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia	
Magnoliopsida	Caryophyllales	<i>Sarcocornia neei</i>	Hierba sosa	Nativa	Hierba perennifolia, que puede medir 1,5 m, siempre erguido, con muchas ramas opuestas, articuladas, cilíndricas. Las hojas son muy pequeñas sésiles, soldadas entre sí sobre el ápice	Rodríguez et al., 2018.	
		<i>Spergula rubra</i>	Tiqui tiqui	Introducida	Planta herbácea procumbente/ decumbante caduca o bienal que alcanza hasta 25 cm de altura. Tiene hojas estipuladas lineales, planas y pequeña. Las flores son pequeñas de color blanca o rosada que se agrupan en panículas o cimas.	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s.f.	
	Dipsacales	<i>Valeriana lapathifolia</i>	Hualhuilque	Nativa	Planta de tipo perenne, que puede alcanzar una altura de 60 cm, de follaje débil y hojas grandes. Las flores blancas en inflorescencias y frutos con setas.	Rodríguez et al., 2018.	
	Ericales	<i>Samolus repens</i>	Pimpinela		Hierba con tallos erectos a rastreros, de 5 a 60 cm de largo. El tallo generalmente arrugado o verrugoso, las hojas caulinares de 2 a 8 mm de ancho. Pequeñas flores de color blanco, en ocasiones rosadas, en racimos frondosos.	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s. f.	
	Fabales		<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso negro	Introducida	Árbol caducifolio, de 20 a 30 m de altura, hojas alternas, pecioladas, de contorno redondeado, de 4 a 14 cm de longitud aproximadamente.	Rodríguez et al., 2018. Fuentes et al., s. f.
			<i>Lupinus luteus</i>	Lupino amarillo		Planta herbácea de hasta 100 cm, tallo vigoroso con ramas basales peloso-seríceas. Las hojas con entre 5 a 9 folíolos, la inflorescencia de 5 a 25 cm en racimo terminal discontinuo, conformado por máximo 11 verticilos con 5 flores cada uno de color amarillo.	iNaturalistCL, s.f.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Magnoliopsida	Fabales	<i>Vicia cracca</i>	Arveja silvestre	Introducida	Planta herbácea erecta o trepadora, puede llegar a medir entre 30 a 80 cm de altura, con tallos ascendentes angulosos. Las hojas son pinnadas con hasta 12 folíolos. Las inflorescencias están compuestas por hasta 40 flores azuladas.	iNaturalistCL, s.f.
	Gentianales	<i>Gentianella magellanica</i>	Canchanlagua	Nativa	Puede tener una altura de 25 cm, con tallo único o ramificados desde la mitad hacia arriba, las hojas basales forman rosetas, las flores pentalobuladas, que pueden ser terminales o axilares	Rodríguez et al., 2018. Alarcón et al., 2016.
		<i>Gentiana prostrata</i>	Mamañika		Hierba que alcanza pocos centímetros de altura, las hojas generalmente de forma ovalada. Flor solitaria mide alrededor un centímetro de ancho, con lóbulos triangulares en forma en tonos de azul	Rodríguez et al., 2018. SIB. s. f.
	Gunnerales	<i>Gunnera tinctoria</i>	Nalca		Planta herbácea, con una altura que puede superar los cuatro metros, de tallo semisubterráneo carnoso y grueso, las hojas alternas lobuladas.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
		<i>Callitriche heterophylla</i>	Estrella de agua		Planta acuática, que crece casi completamente sumergida, excepto por sus puntas de tallo flotante, de 3 a 7 mm de largo. Produce flores minúsculas en la temporada de crecimiento de color blanco.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
	Lamiales	<i>Callitriche terrestris</i>	Huenchecó		Hierba de tamaño pequeño, posee tallo de 5 cm de largo, pares de hojas opuestas de 3 a 4 mm de largo con forma ovadas-oblongas. Las flores se observan con una lupa.	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s.f.
		<i>Erythranthe bridgesii</i>	Berro		Hierba que mide entre 10 a 80 cm de altura, con flores tubulares que pueden llegar a medir 40 mm de largo, hojas redondeadas a ovaladas dentadas.	Rodríguez et al., 2018.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Magnoliopsida	Lamiales	<i>Erythranthe glabrata</i>	Oqororo	Nativa	Hierba de tipo perenne, con tallos subterráneos, puede medir entre 10 a 60 cm, son glabras, las hojas cortas pecioladas en la parte inferior, de 1-3 cm de largo, flor solitaria en la axila de las hojas superiores.	Rodríguez et al., 2018. Penneekamp, 2018
		<i>Gratiola peruviana</i>	Contra yerba		Hierba pequeña, de 10 a 30 cm de altura, con flores tubulares de color rosadas o blanco con rayas en su interior de color morado rojizo. Posee capsulas ovoides que abrazan el tallo.	Rodríguez et al., 2018.
		<i>Hippuris vulgaris</i>	Pinito de agua		Tallos subterráneos rígido, enraíza bajo el agua, gran parte del tallo se encuentra sobre la superficie entre 20 a 30 cm, las hojas se disponen en verticilos 6 a 12. Tienen sépalos, pero no pétalos, con un solo estambre rojo.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
		<i>Limosella australis</i>	Limosela		Mide entre 2 a 5 cm de alto, con racimos basales de hojas delgadas y carnosas. Las flores son diminutas y blancas, en ocasiones no se pueden ver por las hojas.	Rodríguez et al., 2018. Teillier et al., 2011.
		<i>Mentha aquatica</i>	Menta	Introducida	Hierba de tipo perenne, rizoma rastrero, con estolones largos. Mide entre 30 a 60 cm, el tallo es erecto ascendente, no ramificado, piloso a glabro. La corola ligeramente irregular de color violeta rojiza de aproximadamente 5 mm.	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s. f.
		<i>Phyla nodiflora</i>	Hierba de la virgen	Nativa	Hierba de 30 a 90 cm de altura, las hojas son opuestas, simples, con forma espatulada, más ancha desde la mitad hacia arriba, enraizado en los nodos y nervios poco prominentes. La flor se encuentra en la cabezuela de color lila	Rodríguez et al., 2018.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Magnoliopsida	Lamiales	<i>Pinguicula antarctica</i>	Flor del pantano	Nativa	Hierba carnívora con tallos reducidos a escapos, con hojas simples amarillo verdoso, depositados en rosetas basales de 5 a 10 cm de alto. Flor solitaria de 5 pétalos, florece en verano. Su fruto se genera en cápsulas con semillas pequeña.	Rodríguez et al., 2018.
		<i>Pinguicula chilensis</i>	Violeta del pantano		Planta de tipo perenne, de 15 cm de altura, las hojas son en roseta, amarillo verdosas, obovadas a elípticas. La flor solitaria es de color violeta, de 5 pétalos.	Rodríguez et al., 2018. Alarcón et al., 2016.
		<i>Utricularia gibba</i>	Bolsita de agua		Planta acuática, con hojas divididas, las cuales pueden tener un largo de 15 mm, la disposición de las flores es en racimos de 1 a 20 cm de largo, posee flores amarillas con el labio inferior transversalmente.	Rodríguez et al., 2018. Fuentes et al., s. f.
		<i>Verbena officinalis</i>	Verbena	Introducida	Planta de tipo perenne, que puede llegar a los 100 cm de altura, tallo recto, obtuso, muy ramificado, se encuentra marcado por dos surcos longitudinales. Las hojas son opuestas y las flores de color violeta claro.	Rodríguez et al., 2018. Fuentes et al., s. f.
		<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	No me olvides del campo		Planta herbácea perenne es pubescente - glandulosa en la inflorescencia. Sus tallos, de 10 a 100 cm, son erectos, que en ocasiones forman raíces en la base, otras son algo flexuosos, pueden tener ramas y en ocasiones estolones.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
	Liliopsida	<i>Carex canescens</i>	Cortadera	Planta perenne, con tallos de máximo 28 cm, con sección trígona, los ángulos son agudos y escábridos en la parte superior. Las hojas miden entre 1,5 a 2,5 cm, son planas y ásperas en los borde. Las flores se agrupan en inflorescencia en forma de espiga.	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s.f.	

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Magnoliopsida	Liliopsida	<i>Cyperus eragrostis</i>	Cortadera	Nativa	Hierba cespitosa con rizomas. Los tallos pueden llegar a medir 60 cm de altura, son aéreos de sección triangulares. Las hojas pueden medir hasta 8 mm. Su fruto es un aquenio ovoide de sección trígona.	Rodríguez et al., 2018. Cordero et al., 2022.
		<i>Polypogon monspeliensis</i>	Cola de zorro	Introducida	Planta de 8 a 80 cm, con hojas lígula larga de 3 a 10 mm, inflorescencia en panícula contraída de hasta 16 cm de longitud, cilíndrica o lobada, espiguillas con una flor.	Rodríguez et al., 2018. Fuentes et al., s. f.
		<i>Elatine triandra</i>	Yerbecilla	Nativa	Planta acuática tapizante mediana pegada al suelo, posee una altura de 1 a 2,5 cm, con tallos suaves y tiernos, las hojas son verde alargadas.	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s. f.
		<i>Salix viminalis</i>	Sauce mimbre	Introducida	Arbusto grande, en ocasiones llega a medir 10 m de altura, con ramas esbeltas, erectas de color verde amarillento. Las hojas pecioladas de 5 a 15 cm de largo, a floración presentan una vistosa pilosidad densa, sedosa.	Rodríguez et al., 2018.
	Myrtales	<i>Blepharcalyx cruckshanksii</i>	Temu	Endémica	Árbol que puede llegar a medir 15 m, su tronco un diámetro de 50 cm, con corteza lisa de color pardo rojizo, las ramas del tallo son rectos. Las hojas ovaladas, las flores blanquecinas, como forma de ramillete y los frutos redondos de color marrón con tonalidades rojizas.	Curriculumnacional, s. f. Fundación RA Philippi de estudios naturales, s. f.
		<i>Ludwigia peploides</i>	Clavito de agua	Nativa	Planta acuática, de tallo débil, tiene una altura de entre 30 a 80 cm, hojas flotantes a sumergidas, alternadas, redondea y glabras, en el caso de las aéreas son pilosas, elípticas. Flor solitarias, amarilla muy vistosa.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Magnoliopsida	Myrtales	<i>Luma chequen</i>	Chequén	Nativa	Arbusto mediano ramificado, con corteza parda grisácea, las hojas son coriáceas, ovaladas, anchas y cortas, y flores axilares y solitarias de color blanco	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
		<i>Lythrum hyssopifolia</i>	Romerillo	Introducida	Planta que puede llegar a medir 30 cm, casi lampiña, de ramas erectas o ascendentes, las cuales son lineales a oblongas, alternas. Flores rosa claro, axilares	Rodríguez et al., 2018. Fuentes et al., s. f.
		<i>Myrceugenia exsucca</i>	Pitra	Nativa	Árbol que puede llegar a medir 20 m. Genera una baya comestible de color marrón amarillento. El tronco posee pliegues en el fuste y corteza fisurada. Flor de color flanco, aromáticas y tetrámeras.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
		<i>Myrceugenia parvifolia</i>	Chiquilco	Endémica	Arbusto que puede llegar a medir 5 m de altura, con pelos pardo-rojizo a blancuzcos, ramas nuevas pubescentes cuando jóvenes, glabras al crecer. Las hojas opuestas pecioladas, con forma elíptica, oblonga o lanceolada. Fruto baya globosa de 7 mm.	Rodríguez et al., 2018. Fundación RA Philippi de estudios naturales, s. f.
		<i>Myrteola nummularia</i>	Huarapo	Nativa	Pequeño arbusto con hábito acojinado, con hojas elípticas, cariáceas y punteado glandulosas. Las flores de 4 o 5 pétalos y una baya subglobosa rojiza como fruto, la cual es comestible.	Curriculumnacional, s. f. Fundación RA Philippi de estudios naturales, s. f.
		<i>Tepualia stipularis</i>	Tepú		Árbol, con hojas opuestas, simples, de forma lanceolada con una espícula en el extremo. Flores de tamaño pequeño con estambre blanco y largo.	Fundación RA Philippi de estudios naturales, s. f.
	Nymphaeales	<i>Nymphaea alba</i>	Nenúfar blanco	Introducida	Planta herbácea acuática perenne con un rizoma grueso, negro, horizontal. Hojas fasciculadas con estípulas lanceoladas. Flores blancas de 5-12 cm flotantes.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Magnoliopsida	Ranunculales	<i>Ranunculus aquatilis</i>	Ranúnculo acuático	Introducida	Planta acuática, con tallos flotantes, fistulosos y ramosos, las hojas sumergidas son de contorno ovalado y muy lobuladas. Las flores emergen del agua, formando en ocasiones tapices florales de color blanco, contienen 5 pétalos.	Rodríguez et al., 2018. Curriculumnacional, s. f.
		<i>Ranunculus bonariensis</i>	Botón de oro	Nativa	Planta semiacuática o acuática floral, que desarrolla una flor solitaria o escasamente agrupada, de tonalidad amarilla o dorada, con hojas ovaladas, terminadas en punta.	Rodríguez et al., 2018.
		<i>Ranunculus hydrophilus</i>	Hierba del sapo		Planta herbácea de follaje perenne, las hojas son pinnatisectas con pecíolo relativamente corto y las flores poseen un pedúnculo muy largo y erecto, con 5 pétalos de color amarillo	Rodrigo et al., 2018. iNaturalistCL, s. f.
		<i>Ranunculus minutiflorus</i>	Penchaico		Hierba erguida o subescandente, con tallos que sobrepasan los 100 cm. Hojas basales largamente pecioladas, pecíolos hasta 21 cm, flores solitarias amarilla, conformada por 5 pétalos.	Rodríguez et al., 2018. iNaturalistCL, s. f.
		<i>Ranunculus peduncularis</i>	Hierba de la vaca		Planta de tipo perenne de 60 cm de altura, con hojas redondas de 6 a 8 cm de diámetro. La flor es de color amarilla, posee entre 7 a 14 pétalos y puede estar solo como en pares o tríos.	Rodríguez et al., 2018. Teillier et al., 2011.
	Rosales	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora		Introducida	Arbusto trepador de hasta 3 m de alto, tallo robusto de color morado oscuro cubierto de espinosas. Hojas pinnatisectas compuesta por 3 a 5 foliolos, las flores son de color blanco o de tonalidad rosada y el fruto se agrupa en una infrutescencia y son drupa globosas negras.

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Magnoliopsida	Saxifragales	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Pinito de agua	Nativa	Hierba glabra, acuática, con tallo grueso, dispuestas alrededor hay hojas pinnadas, que miden entre 1,5 a 4 cm, por cada hoja hay divisiones en forma de segmentos filiformes.	Rodríguez, R., et al. 2018. Curriculumnacional, s. f.
	Scrophulariales	<i>Stemodia durantifolia</i>	Contra yerba		Planta perenne, que produce una especie de cabello, mide entre 10 a 70 cm de altura y posee tronco glandular y erecto, en los nodos del tallo se encuentran pares o tríos de hojas en forma de lanza, se genera un racimo de flores violeta	Rodrigo et al., 2018. Teillier et al., 2011.
		<i>Parentucellia viscosa</i>	Algaravía viscosa	Introducida	Planta herbácea, semiparasita, de color verde claro, puede llegar a medir entre 10 a 50 cm. El tallo es recto con glándulas pegajosas normalmente no posee ramificación y las flores son subsésiles de color amarillo, que se abre al exterior por dos labios.	Chileflora, s. f.
	Solonales	<i>Nierembergia repens</i>	Estrellita de las vegas	Nativa	Hierba de tallo rastrero, radicante, con hojas verticiladas o alternas, oblongo espatuladas y obtusas. Su flor es blanca, infundibiliformes, cortamente pedunculadas.	Rodríguez et al., 2018. Fundación RA Philippi de estudios naturales, s. f.
Polypodiidae	Gleicheniales	<i>Sticherus cryptocarpus</i>	Hierba loza		Tallo subterráneo rastrero y escamoso, con hojas ramificadas tricótoma y pínulas presentes en las primeras tricotomías. Soros con 2 a 4 esporangios, sin indusio	Rodríguez et al., 2018. Fundación RA Philippi de estudios naturales, s. f.
	Polypodiales	<i>Hypolepis poeppigii</i>	Wilel-lawen	Tallo subterráneo y pecíolos cubiertos de pelos rojizos. Con lámina tripinnada-pinnatífida; los ejes son glandulosos, terciopelados. Soros submarginales, crece normalmente en quebradas.	Rodríguez et al., 2018. Rodríguez et al., 2009	

Clase	Orden	Nombre científico	Nombre común	Tipo de especie	Descripción	Referencia
Pteridopsida	Athyriales	<i>Blechnum chilense</i>	Costilla de vaca	Nativa	Helecho de 2 m de altura, con rizoma erecto, escamoso de 3 a 5 cm de diámetro, hojas dimorfas, la base con escamas anchas, de color castaño claro, lámina pinnada de contorno oval-lanceolado de 5 a 20 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho.	Rodríguez et al., 2018. Rodríguez et al., 2009
	Salviniales	<i>Azolla filiculoides</i>	Flor de pato		Helecho acuático flotante libre, de 1 a 6 cm de largo, con pinnas bilobuladas, dispuestas en dos filas imbricadas, bilobuladas, lóbulo superior papiloso de color verde a rojo.	Rodríguez et al., 2018. Rodríguez et al., 2009

Fuente: Modificado de Santibáñez et al., 2008.

ANEXO C: Procesos para determinar las variables fisicoquímicas.***Equipo Multiparameter HI 9829***

El proceso para determinar los parámetros entregados con este equipo consistía en insertar la sonda a nivel del suelo en los puntos en donde había agua y se esperaba hasta que en la pantalla los números quedaran constante en cada una de las variables.

Proceso de los checkers

En los puntos donde había presencia de agua, con un recipiente se extrajo agua, la cual se utilizó junto con los checkers para obtener los valores fósforo, fosfato, nitrito, amoníaco y color de cada, los procesos de cada uno son los siguientes.

Fósforo High Ranger

Encienda el equipo pulsando el botón, se mostrarán todos los segmentos “C1”, “Add” aparece “Press” parpadeantemente, lo que indica que el equipo está listo.

Llene la cubeta con 10 ml de muestra sin tratar y coloque la tapa. Introduzca la cubeta en la porta-cubeta y cierre la tapa del medidor.

Pulse el botón. Cuando la pantalla muestre “Add”, “C2” con “Press” parpadeante el medidor está a 0. Saque la cubeta, ábrela y añada el contenido. Añadir 10 gotas de reactivo HI 706AS y el contenido de un paquete de reactivo HI706B-25, coloque la tapa y agite suavemente hasta que el reactivo este completamente disuelto. Introduzca la cubeta en el medidor.

Pulse el botón y manténgalo presionado hasta que se muestre un temporizador en la pantalla, los cuales son 5 minutos.

El instrumento muestra resultados de mg/L (ppm) de fósforo (P).

Fosfato High Ranger

Encienda el equipo pulsando el botón, se mostrarán todos los segmentos “C1”, “Add” aparece “Press” parpadeantemente, lo que indica que el equipo está listo.

Llene la cubeta con 10 ml de muestra sin tratar y coloque la tapa. Introduzca la cubeta en la porta-cubeta y cierre la tapa del medidor.

Pulse el botón. Cuando la pantalla muestre “Add”, “C2” con “Press” parpadeante el medidor está a 0. Saque la cubeta, ábrela y añada el contenido. Añadir 10 gotas de reactivo HI 717AS y el contenido de un sobre del reactivo HI 717B-25, coloque la tapa y agite suavemente hasta que el reactivo este completamente disuelto. Introduzca la cubeta en el medidor.

Pulse el botón y manténgalo presionado hasta que se muestre un temporizador en la pantalla, los cuales son 5 minutos.

El instrumento muestra resultados de mg/L (ppm) de fosfato (PO_4^{3-}).

Nitrito Low Ranger

Encienda el equipo pulsando el botón, se mostrarán todos los segmentos “C1”, “Add” aparece “Press” parpadeantemente, lo que indica que el equipo está listo.

Llene la cubeta con 10 ml de muestra sin tratar y coloque la tapa. Introduzca la cubeta en la porta-cubeta y cierre la tapa del medidor.

Pulse el botón. Cuando la pantalla muestre “Add”, “C2” con “Press” parpadeante el medidor está a 0. Saque la cubeta, ábrela y añada el contenido. Añadir el contenido de un paquete de reactivo de HI 707-0, coloque la tapa y agite suavemente durante 15 segundos hasta que el reactivo este completamente disuelto. Introduzca la cubeta en el medidor.

Pulse el botón y manténgalo presionado hasta que se muestre un temporizador en la pantalla, los cuales son 15 minutos.

El instrumento muestra resultados en (ppb) de fosfato (NO_2^-).

Amoníaco Medium Range

Encienda el equipo pulsando el botón, se mostrarán todos los segmentos “C1”, “Add” aparece “Press” parpadeantemente, lo que indica que el equipo está listo.

Llene la cubeta con 10 ml de muestra sin tratar y coloque la tapa. Introduzca la cubeta en la porta-cubeta y cierre la tapa del medidor.

Pulse el botón. Cuando la pantalla muestre “Add”, “C2” con “Press” parpadeante el medidor está a 0.

Saque la cubeta, ábrala y añada el contenido. Añadir 4 gotas del reactivo A HI 715A-0, coloque la tapa y agite la solución, remueva la tapa y añada 4 gotas del reactivo B HI 715B-0 coloque la tapa y agite la solución. Introduzca la cubeta en el medidor.

Pulse el botón y manténgalo presionado hasta que se muestre un temporizador en la pantalla, los cuales son 3 minutos y 30 segundos.

El instrumenta muestra resultados en mg/L (ppm) de amonio nitrogenado (NH_3).

Color de agua

Encienda el equipo pulsando el botón, se mostrarán todos los segmentos “C1”, “Add” aparece “Press” parpadeantemente, lo que indica que el equipo está listo.

Introduzca la cubeta con 10 ml de agua destilada en la porta-cubeta y cierre la tapa del medidor.

Pulse el botón. Cuando la pantalla muestre “Add”, “C2” con “Press” parpadeante el medidor está a 0.

Saque la cubeta, llene otra cubeta con 10 ml de muestra sin tratar y coloque la tapa. Introduzca la cubeta en la porta-cubeta y cierre la tapa del medidor.

Pulse el botón.

El instrumento mostrará el valor correspondiente a color verdadero en unidades de Platino-Cobalto.

Fluorescencia y clorofila

Con el fluorometro turner AquaFluor® Handheld en el canal A del equipo se determina la fluorescencia del agua, el proceso para determinar esto consistía en extraer agua del canal Ifarle en este caso y colocar en una cubeta de plástico 10 ml de agua e introducirlo en porta-cubeta, cerrar la tapa y presionar READ, luego de unos segundos el equipo muestra los resultados, este proceso también se repite 3 veces por punto. Además, se desea determinar la clorofila, para esto se utiliza una jeringa de 20 ml, un cabezal de filtro de jeringa, en donde se colocar el filtro de fibra de vidrio a utilizar y se introduce agua hasta la capacidad máxima de la jeringa, se coloca el cabezal del filtro y se presiona para que el agua sea expulsada, este proceso se repite 5 veces, hasta completar los 100 ml, luego se retira el cabezal y se extrae el filtro, este se dobla por la mitad, se etiqueta, se envuelve en papel aluminio, se vuelve a etiquetar por fuera y se guarda en un cubeta, se repite todo este proceso 3 veces por punto. Luego se almacenaron en un refrigerador a 4°C.

Ensayo de granulometría

Se utilizó el instrumento Geotech Sand Shaker, el cual está compuesto por 5 cilindros de plástico, los cuales van separados por 4 mallas, debido a la capacidad del equipo se seleccionaron 100 gramos de suelo. Se presionaron los tamices seleccionados en el hueco de los cilindros, quedando presionado el tamiz contra la cara plana del cilindro, se procede a insertar un anillo de junta el cual es de espuma, el cual tiene como función compensar el espesor variado de los tamices. Se apilan los cilindros, se inserta la tapa de la parte superior del conjunto, a continuación, se vierte la muestra medida en el cilindro



UCSC

Simposio de Habilitación Profesional
Departamento de Ingeniería Civil
Mayo, 2023

superior y se inserta el tapón en la bandeja inferior, se gira la perilla para asegurar la pila de cilindros dentro del marco, se debe verificar que la parte superior de cada tamiz corresponda a la graduación “cero”. Posteriormente se agita vigorosamente la unidad para distribuir las partículas de diferentes tamaños, para finalizar se va separando uno por uno los cilindros y se masa el contenido retenido en cada uno



ANEXO D: Plantillas para el terreno.

Plantilla Terreno (día/mes/año)

Punto:

Coordenadas:

Hora:

1. Condiciones Ambientales

Clima

	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3
T ambiente (°C)			

2. Variables Ambientales del Agua

Variable Ambiental	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
pH			
Temperatura (°C)			
Oxígeno (ppm)			
Conductividad eléctrica (µs/cm)			
Salinidad (%)			
Sólidos disueltos totales (ppm)			
Fósforo HR (ppm)			
Fosfato HR (ppm)			
Nitrito LR (NO ₃)			
Amoníaco MR (ppm NH ₃ -N)			
Color de Agua (PCU)			
Fluorescencia			
ORP			
%OD			
Clorofila			



3. Muestra de Roca

Código de la muestra _____

Descripción:

Color de la roca _____

Textura _____

Estructura _____

Presencia de cristales SI _____ NO _____

Tamaño de las partículas _____

Composición _____

Reacciona con HCl SI _____ NO _____

Observaciones _____

Nombre _____ Grupo _____

4. Descripción del suelo

pH in situ _____

% Humedad _____

Código de la muestra _____

Color _____

Tamaño de las partículas _____

Distribución _____

Reacciona con HCl SI _____ NO _____

Observaciones _____