

Señor  
Cristóbal de la Maza  
Superintendente de Medio Ambiente

**PRESENTE**

**31-05-2021**

**SAC 127-21**

**Ref.: RES. EX. N°1/ ROL D-169-2020. Formula cargos que indica.  
RES. EX. N° 5/ ROL D-169-2020. Previo a resolver incorpórese observaciones al Programa de Cumplimiento presentado por Sacyr Aguas Chacabuco S.A.  
Carta SAC 119-21. Entrega PdC con observaciones incorporadas**  
**Mat: Entrega informe técnico complementario al Programa de Cumplimiento.**

De mi consideración:

Favor sírvase encontrar adjunto informe técnico complementario al Programa de Cumplimiento comprometidos en carta de referencia y asociados a las observaciones solicitadas mediante la Res. Ex N°5 de 19 de abril de 2021. Esto, dentro del proceso de formulación de cargos respecto del proyecto “Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada”, de titularidad de Sacyr Agua Chacabuco S.A, en relación a la Resolución de Calificación Ambiental N° 135 de fecha 23 de marzo de 2012.

Se adjuntan el Anexo N°4: Informe sistematizado de análisis componente avifauna – Tranque San Rafael, emitido por Manque Bioexploraciones.

Para el Anexo N°1 (Informe de Estudio espejo de agua Laguna Humedal Batuco), se solicita favor considerar un plazo de entrega a más tardar el 04 de junio de 2021. Esto porque el tiempo de generación ha sido más extenso, dado que involucra un mayor detalle en el análisis técnico de los datos y cálculos asociados.

Esperando una favorable acogida le saluda atentamente,

HUGO ENRIQUE  
GONZÁLEZ  
BUSTAMANTE  
Firmado digitalmente por  
HUGO ENRIQUE GONZÁLEZ  
BUSTAMANTE  
Fecha: 2021.05.31 18:15:47  
-04'00'

**Hugo González Bustamante**  
Gerente General  
Sacyr Agua Chacabuco S.A.

RH/ID/KV

c.c.: Daniela Jara Soto, Fiscal Instructora de la División de Sanción y Cumplimiento.



---

**INFORME ANÁLISIS RESULTADOS MONITOREO AVIFAUNA PROYECTO  
"Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada"**

---

**Reporte preparado por: Martín A. H. Escobar**  
*Ingeniero Forestal*  
*Dr. en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias*  
*Universidad de Chile*

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
2.1	OBJETIVO GENERAL .....	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>4</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDIO .....	4
3.1.1	<b>Identificación de la comunidad residente .....</b>	<b>4</b>
3.1.2	<b>Análisis Temporal .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>5</b>
4.1	MONITOREO DE AVIFAUNA .....	5
4.1.1	<b>Identificación de la comunidad residente .....</b>	<b>5</b>
4.1.2	<b>Análisis temporal .....</b>	<b>6</b>
4.1.2.1	<i>Especies de anátidos.....</i>	<i>6</i>
4.1.2.2	<i>Especies de rálidos.....</i>	<i>16</i>
4.1.2.3	<i>Especies de zambullidores .....</i>	<i>17</i>
<b>5</b>	<b>DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>20</b>

---

## **1 PRESENTACIÓN**

En el contexto de la RCA asociada al proyecto "Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada", se indicó dentro de las medidas de compensación la ejecución de un programa de monitoreo de aves en el Tranque La Cadellada. Este programa comenzó en marzo de 2015 y se ha mantenido hasta la fecha con evaluaciones estacionales de la avifauna presente en el Tranque La Cadellada. En el presente informe se entrega un análisis de los resultados parciales del programa de monitoreo hasta el año 2020.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Este informe tiene por objetivo analizar las tendencias poblacionales que han presentado las especies de aves identificadas como residentes del Tranque La Cadellada, durante el período Otoño de 2015 a Primavera de 2020 del programa de monitoreo de avifauna.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Los objetivos específicos de este informe fueron:

- Establecer la tendencia poblacional de las especies identificadas como residentes del Tranque La Cadellada durante el período de ejecución del programa de monitoreo.
- Determinar algún efecto sobre las poblaciones de las especies de aves residentes del Tranque La Cadellada, relacionado con el manejo del tranque por parte de la empresa Sacyr Agua durante el período de ejecución del programa de monitoreo.

### **3 METODOLOGÍA**

#### **3.1 ÁREA DE ESTUDIO**

##### **3.1.1 Identificación de la comunidad residente**

Para identificar la comunidad de aves residente del Tranque La Cadellada, se utilizó la estimación de la ocurrencia o frecuencia de presencia (Fp) de las distintas especies de aves identificadas a través del programa de monitoreo. El valor de frecuencia de presencia correspondió a la proporción de veces en que la especie fue observada en el sitio en relación al total de visitas efectuadas (Egli & Aguirre 1995).

Para establecer a la especie como residente el rango de los niveles de ocurrencia (Fp) debió ser mayor o igual a 70% (Egli & Aguirre 1995).

##### **3.1.2 Análisis Temporal**

Este análisis se realizó de manera específica para las especies estrictamente relacionadas con el espejo de agua (anátidos, rálidos y zambullidores), ya que estos grupos dependen directamente de la existencia de un cuerpo de agua permanente.

Para la evaluación del comportamiento temporal de las poblaciones de estas especies, se analizaron los cambios estacionales en términos de la abundancia de individuos de las especies de aves residentes registradas durante las campañas del programa de monitoreo.

Con estos análisis se determinó la existencia de patrones estacionales relacionados con el aumento o disminución de las distintas especies registradas a través del tiempo.

Finalmente, se analizó algún cambio en los patrones poblacionales que pudiera derivarse del manejo que la empresa Sacyr Agua tiene sobre el Tranque La Cadellada.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 MONITOREO DE AVIFAUNA

#### 4.1.1 Identificación de la comunidad residente

La identificación de la comunidad de aves residentes permitirá realizar el seguimiento del cumplimiento de los compromisos adquiridos en el marco de la medida de compensación, que establece la creación de humedal artificial en el área de la planta de tratamientos de aguas.

Luego de seis años de monitoreo de la avifauna asociada al Tranque La Cadellada, el índice de Frecuencia de Presencia (Fp) establecido por Egli & Aguirre (1995) ha permitido identificar 15 especies de aves Residentes, de las que 13 (87%) corresponden a especies estrictamente relacionadas con el espejo de agua (anátidos, rálidos y zambullidores) (Tabla 1). Del total de especies residentes, un 53,3% corresponden a especies de anátidos, en particular especies de patos, un 20% corresponden a especies de rálidos y un 13,3% a especies de zambullidores. De manera que sin duda el grupo clave a mantener en el humedal artificial que se creará en el área, corresponde al grupo formado por las especies de patos presentes en el área de estudio.

**Tabla 1.** Listado de especies de aves Residentes (R) según el índice de Frecuencia de Presencia (Fp) registradas durante el programa de monitoreo en el Tranque La Cadellada.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Status de Residencia	
			Fp (%)	Categoría
PODICIPEDIDAE	<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo	94,74	R
PODICIPEDIDAE	<i>Rolandia rolland</i>	Pimpollo	78,95	R
ANATIDAE	<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	100	R
ANATIDAE	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	100	R
ANATIDAE	<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	100	R
ANATIDAE	<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantillo	84,21	R
ANATIDAE	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	100	R
ANATIDAE	<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	100	R
ANATIDAE	<i>Oxyura vit. O ferr.</i>	Pato rana	100	R

ANATIDAE	<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato rinconero	84,21	R
RALLIDAE	<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	84,21	R
RALLIDAE	<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua frente roja	89,47	R
RALLIDAE	<i>Fulica armillata</i>	Tagua	94,74	R
RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus melanurus</i>	Perrito	84,21	R
LARIDAE	<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	89,47	R

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

#### 4.1.2 Análisis temporal

##### 4.1.2.1 Especies de anátidos

Durante el período de evaluación del programa de monitoreo de la avifauna del Tranque Cadellada, la riqueza estacional de especies de anátidos ha sido relative estable durante todo el período de evaluación (Gráfico 1). En cuanto a la abundancia, se ha identificado un marcado patrón de variación estacional en la abundancia de anátidos. La abundancia de este grupo presenta un incremento durante las estaciones de Verano-Otoño y un descenso de sus abundancia durante los meses de Invierno-Primavera (Gráfico 2). Estos cambios estacionales tendrían relación con la fluctuación del nivel del espejo de agua producto de las precipitaciones. Durante Verano-Otoño el tranque presenta su más bajo nivel de agua ofreciendo mejores condiciones de hábitat para el forrajeo de la mayoría de las especies de aves acuáticas. Además, durante la temporada estival los cuerpos de agua naturales como, por ejemplo la laguna de Batuco, presentan escaso nivel de agua, lo que fomentaría la concentración de aves acuáticas en cuerpos de agua artificiales.

También es posible ver un aumento en la abundancia de anátidos, tanto en el período Verano-Otoño como Invierno-Primavera, a partir del otoño de 2018 fecha en que se suspendió el uso del tranque en el proceso de tratamiento de aguas.

**Gráfico 1.** Riqueza estacional de anátidos.



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

**Gráfico 2.** Abundancia estacional de anátidos.

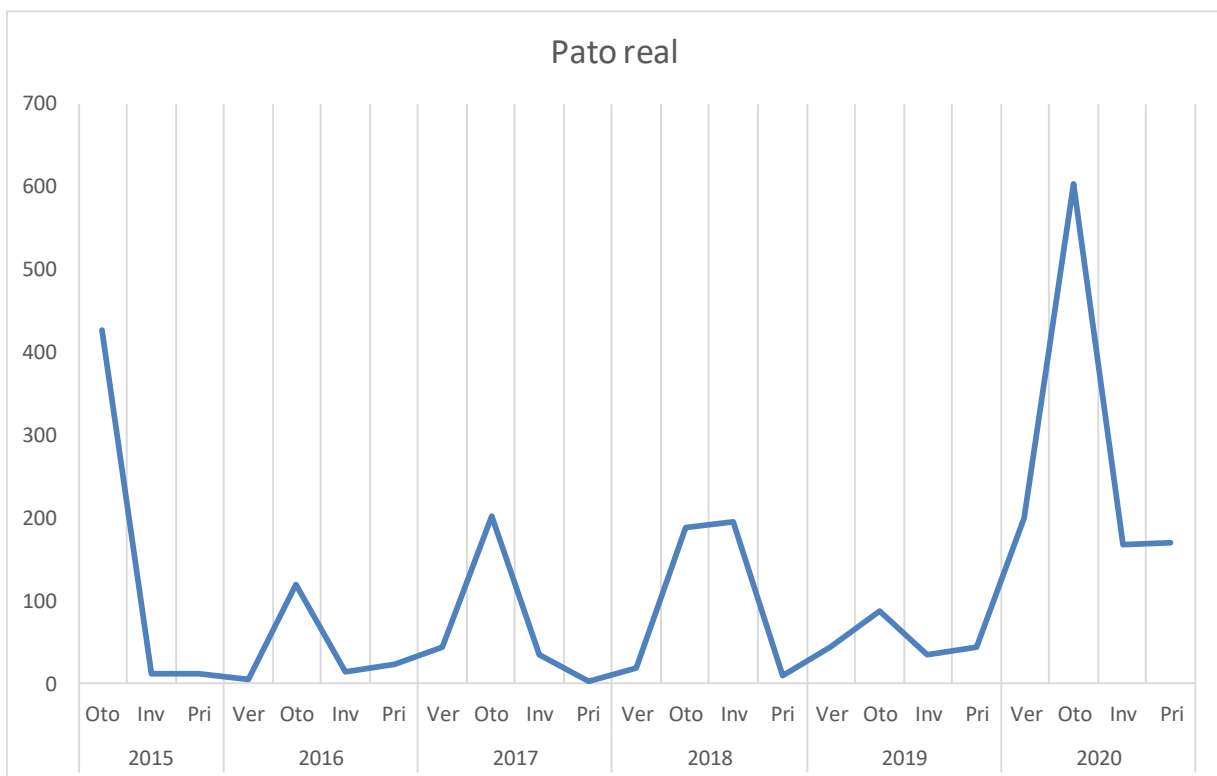


Fuente: Elaboración Propia, 2021.



A nivel específico dentro de las especies de anátidos, las variaciones estacionales presentan características específicas dependiendo de la especie. En el caso del pato real (*Anas sibilatrix*) se puede ver que, si bien las fluctuaciones estacionales siguen el patrón descrito para el grupo, los valores de abundancia tanto máxima como mínima (Gráfico 3), se han mantenido relativamente estables, salvo durante el otoño de 2015 y 2020, probablemente debido a procesos a una escala espacial mayor.

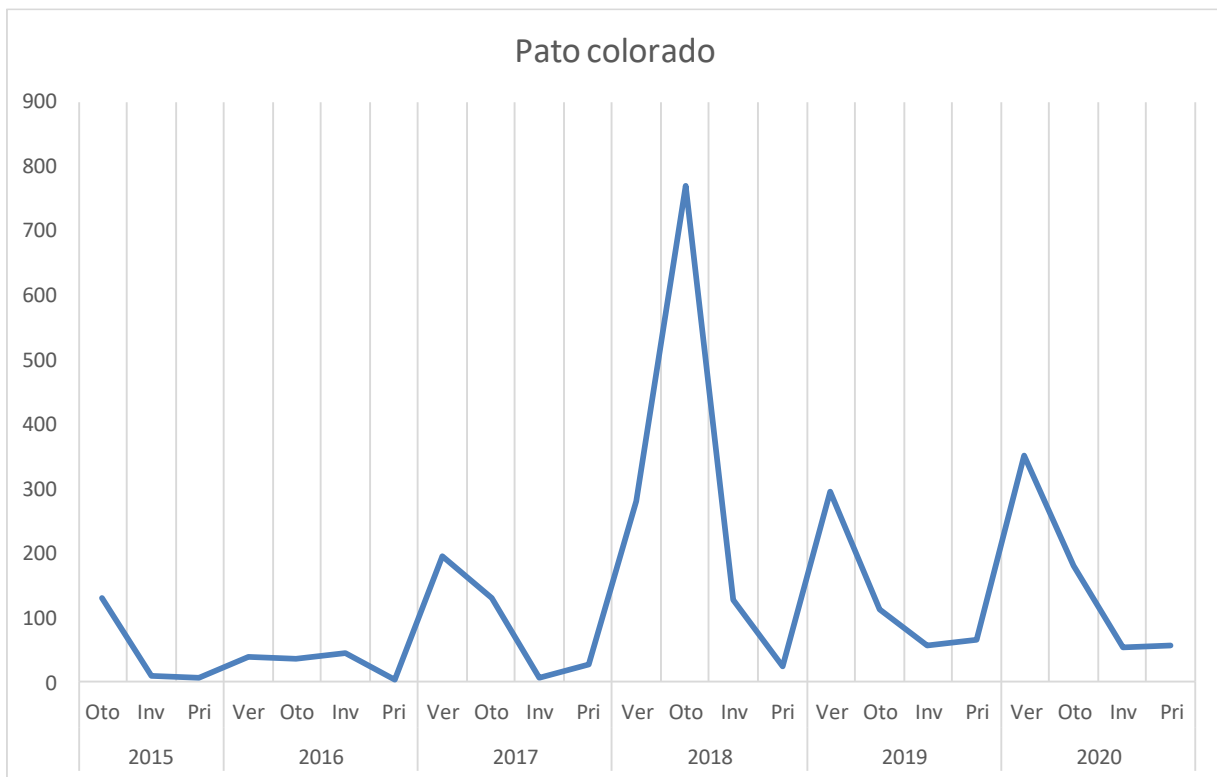
**Gráfico 3.** Abundancia estacional de pato real (*Anas sibilatrix*).



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Para el pato colorado (*Anas cyanoptera*) también se puede ver que las fluctuaciones estacionales siguen el patrón descrito para el grupo, pero los valores de abundancia tanto máxima como mínima (Gráfico 4), se han mantenido relativamente estables, salvo durante el otoño de 2018, probablemente también debido a procesos a una escala espacial mayor.

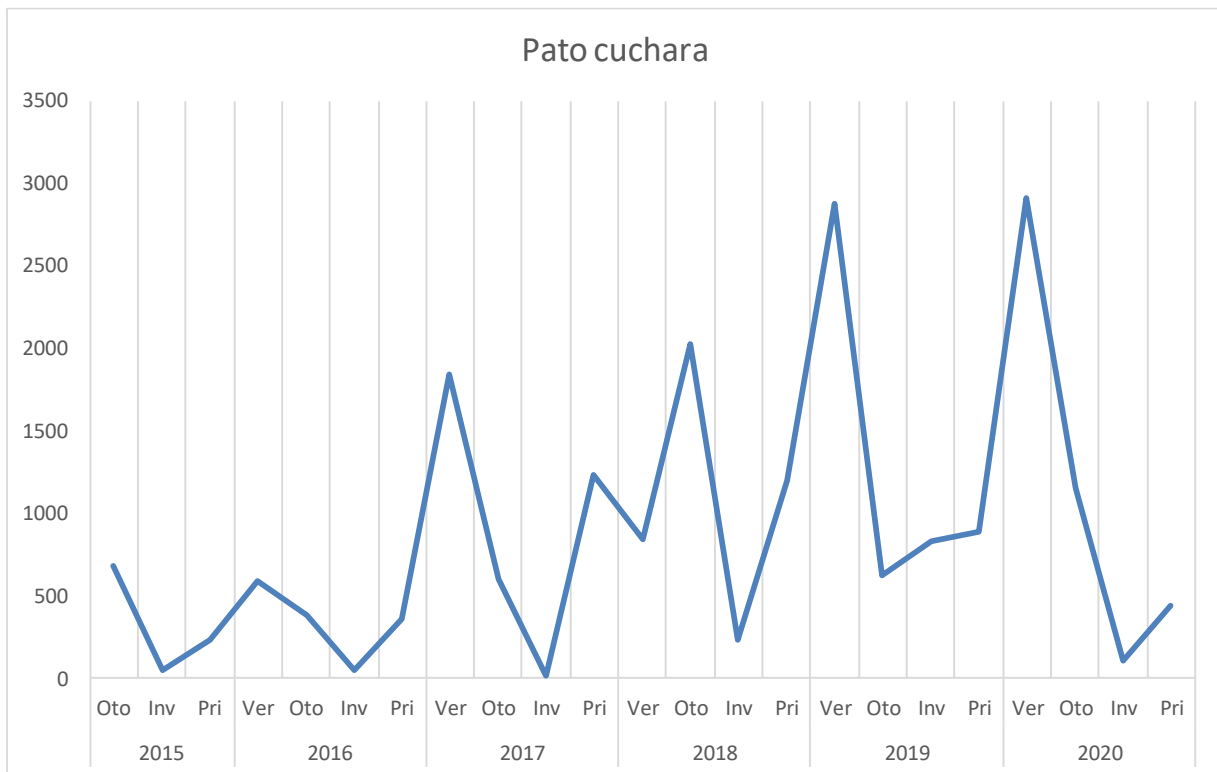
**Gráfico 4.** Abundancia estacional de pato colorado (*Anas cyanoptera*).



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

A diferencia de las especies anteriores, en el caso del pato cuchara (*Anas platalea*), si bien también las fluctuaciones estacionales siguen el patrón descrito para el grupo, los valores de máxima abundancia evidencian un incremento sostenido a partir del verano de 2017, haciéndose más evidentes durante las temporadas estivales de los años 2019 y 2020 (Gráfico 5). Por otro lado, si se considera el orden de magnitud de la abundancia de esta especie es entre 3 a 4 veces superior al que presentan tanto el pato real como el colorado, claramente se puede deducir que el aumento de esta especie estaría explicando gran parte del aumento de la abundancia de anátidos luego del inicio de actividades de la planta de tratamiento de aguas.

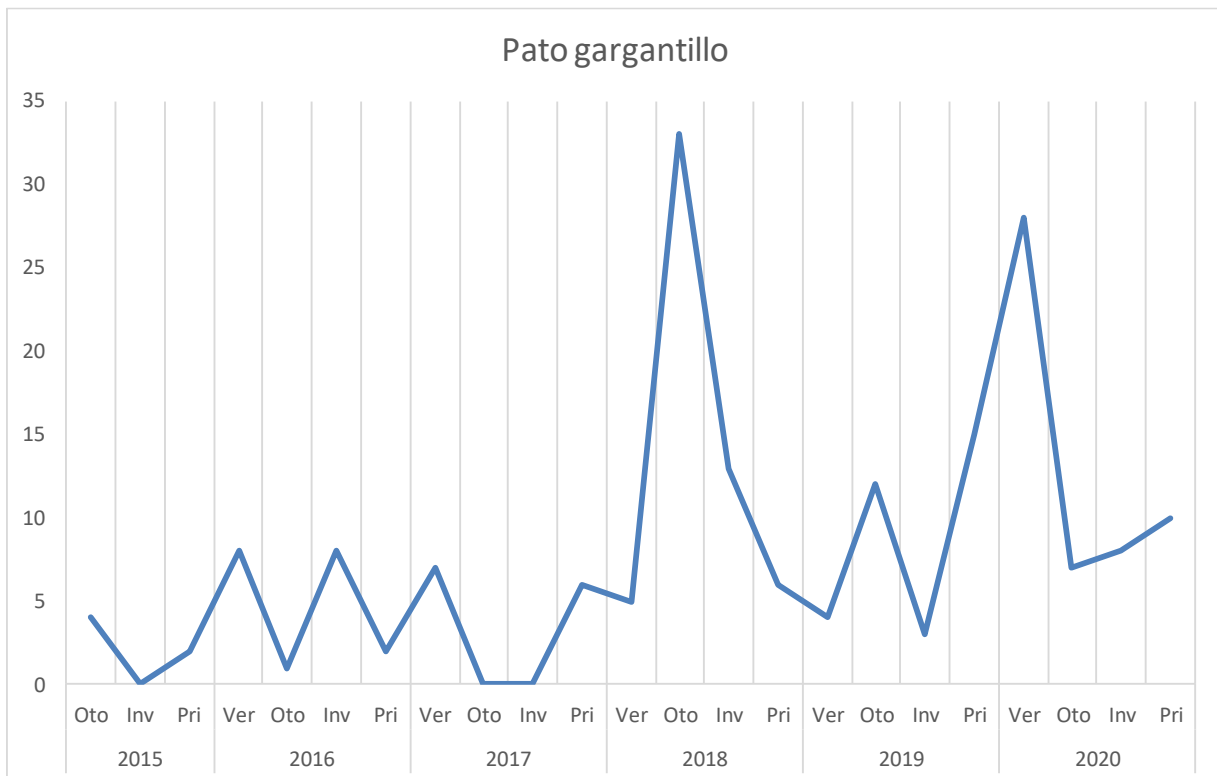
**Gráfico 5.** Abundancia estacional de pato cuchara (*Anas platalea*).



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

En el caso del pato gargantillo (*Anas bahamensis*), si bien las fluctuaciones estacionales no siguen un patrón tan claro como en las especies anteriores, los valores de máxima abundancia evidencian un incremento sostenido a partir del otoño de 2018 luego del inicio de actividades de la planta de tratamiento de aguas (Gráfico 6). No obstante, el bajo número de individuos de esta especie en comparación al resto de las especies de anátidos registrados en el tranque, implica que su influencia en la abundancia total del grupo es marginal.

**Gráfico 6.** Abundancia estacional de pato gargantillo (*Anas bahamensis*).



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

En el caso del pato jergón chico (*Anas flavirostris*), nuevamente se puede ver que las fluctuaciones estacionales siguen en general el patrón descrito para el grupo, pero los valores de abundancia tanto máxima como mínima se han mantenido relativamente estables (Gráfico 7), como se describió para las especies pato real y colorado, salvo durante el verano de 2019 donde ocurrió un aumento de la abundancia, probablemente también debido a procesos a una escala espacial mayor.

**Gráfico 7.** Abundancia estacional de pato jergón chico (*Anas flavirostris*).



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

De manera similar al caso anterior, el pato jergón grande (*Anas georgica*) también presenta fluctuaciones estacionales en su abundancia que siguen en general el patrón descrito para el grupo, aunque un tanto más irregulares que las especies anteriores (Gráfico 8). También es posible identificar un aumento significativo en su abundancia durante el otoño de 2018, probablemente debido a procesos a una escala espacial mayor como se ha mencionado en especies anteriores.

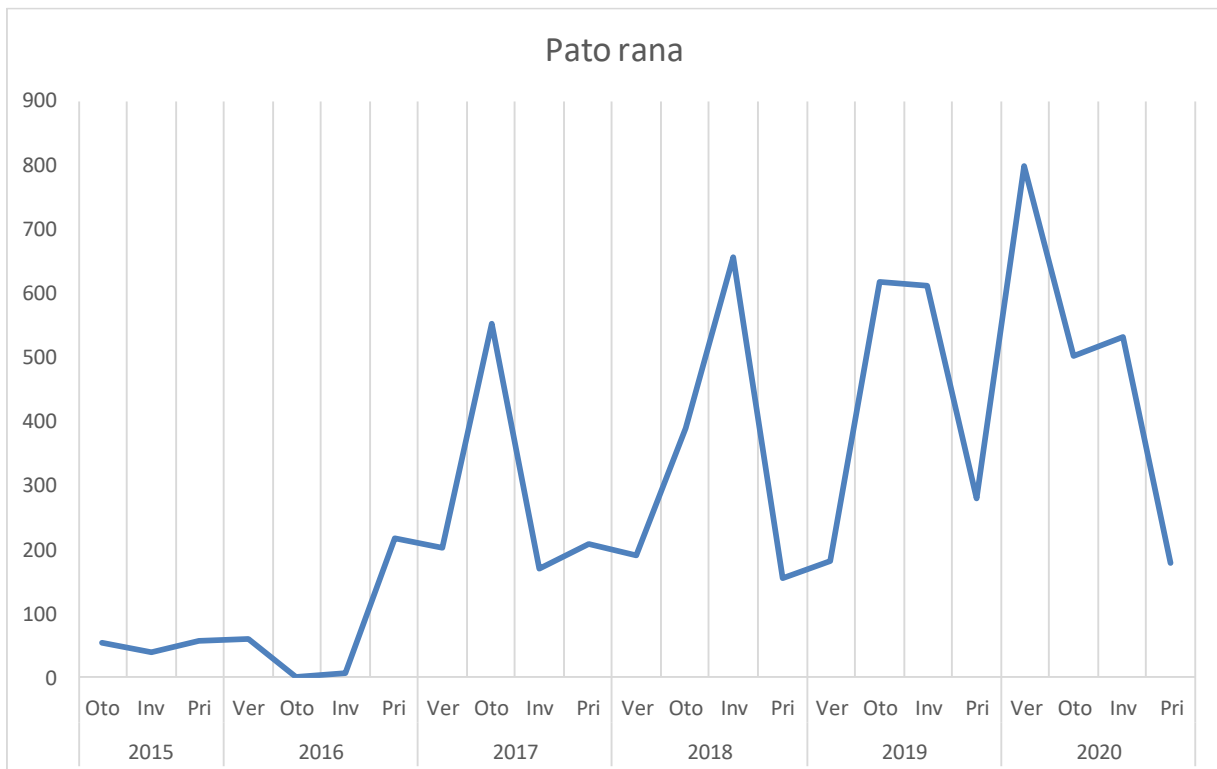
**Gráfico 8.** Abundancia estacional de pato jergón grande (*Anas georgica*).



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Para las especies de pato rana de pico delgado (*Oxyura vittata*) y pato rana de pico ancho (*Oxyura ferruginia*) los análisis se realizaron en conjunto, ya que en la mayoría de las ocasiones su diferenciación a nivel específico es compleja durante el censo de aves acuáticas. En el caso de estas especies se aprecia el mismo patrón descrito para el pato cuchara (*A. platalea*), con fluctuaciones estacionales siguiendo en general el patrón descrito para el grupo, pero con valores de máxima abundancia que evidencian un incremento sostenido a partir del otoño de 2017 (Gráfico 9). De manera que el aumento de esta especie también contribuiría en alguna medida al aumento de la abundancia de anátidos luego del inicio de actividades de la planta de tratamiento de aguas.

**Gráfico 9.** Abundancia estacional de pato rana (*Oxyura vittata* y *O. ferruginia*).



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Por último, en el caso del pato rinconero (*Heteroneta atricapilla*), presenta fluctuaciones estacionales que siguen el patrón descrito para el grupo con los valores de abundancia, tanto máxima como mínima, relativamente estables (Gráfico 10), salvo durante el verano de 2016, probablemente debido a procesos a una escala espacial mayor.

**Gráfico 10.** Abundancia estacional de pato rinconero (*Heteroneta atricapilla*).



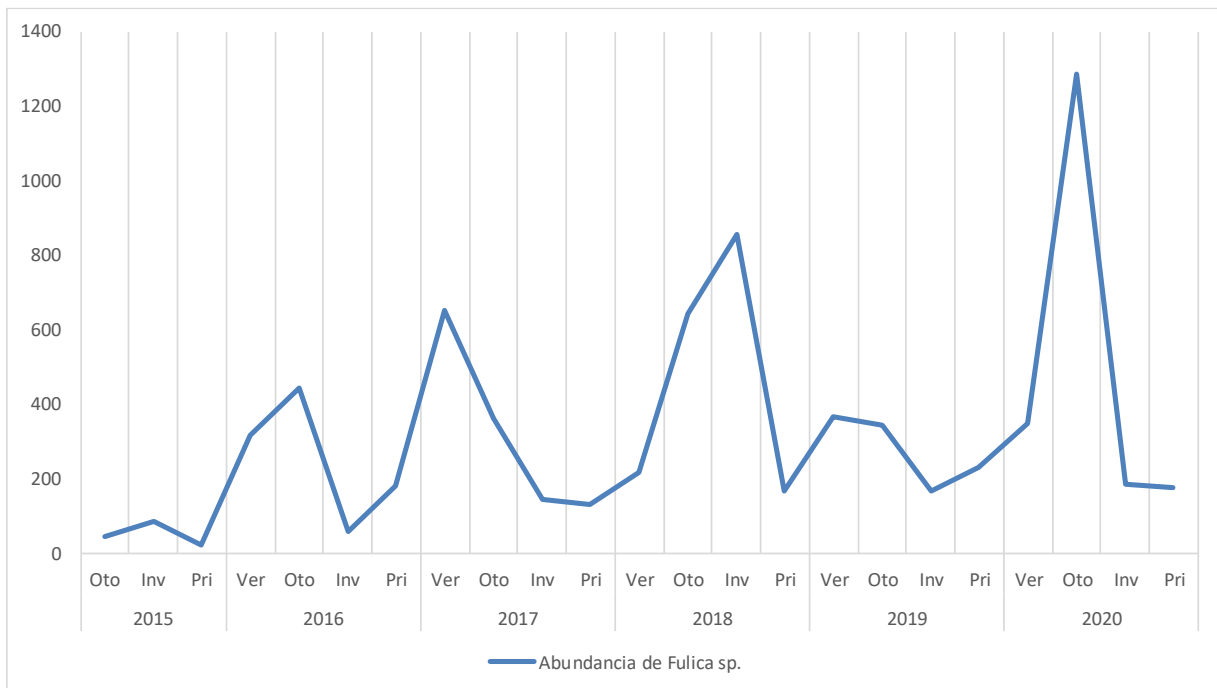
Fuente: Elaboración Propia, 2021.



#### 4.1.2.2 Especies de rálidos

Durante el período de evaluación también se ha identificado un patrón de fluctuación estacional en la abundancia de rálidos, aunque con algunas variaciones entre los años de monitoreo. Este grupo presenta en general un incremento en su abundancia durante las estaciones de Verano-Otoño y un descenso de sus abundancia durante las estaciones de Invierno-Primavera (Gráfico 11). Estos cambios estacionales tendrían relación con la fluctuación del nivel del espejo de agua producto de las precipitaciones y la disminución de los niveles de agua durante la temporada estival de cuerpos de agua naturales.

**Gráfico 11.** Abundancia estacional de rálidos.



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

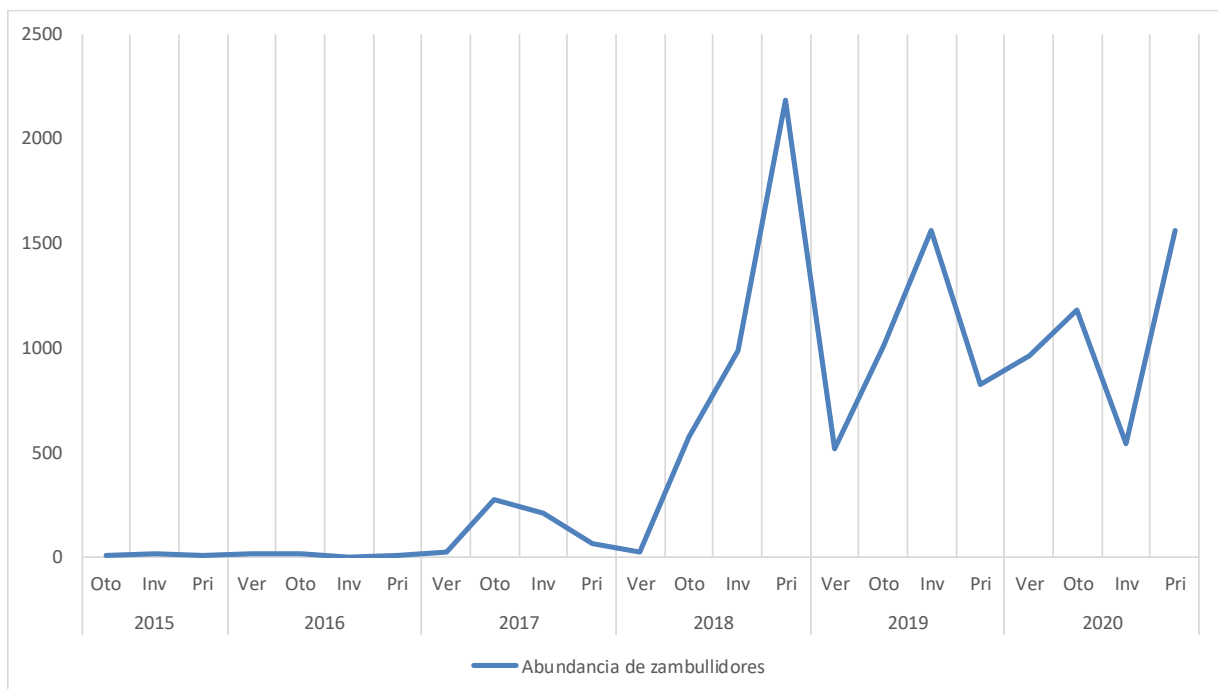
Por otro lado, si bien se percibe un aumento en la abundancia estacional de rálidos a partir del otoño de 2018, fecha en que se suspendió el uso del tranque en el proceso de

tratamiento de aguas, este aumento no es tan evidente como en anátidos, debido a que durante el año 2019 se observó una baja abundancia de rálidos. De manera que para corroborar si también ocurre un aumento progresivo en este grupo de aves es necesario un período de evaluación más extenso.

#### 4.1.2.3 *Especies de zambullidores*

En este grupo es marcadamente evidente un aumento significativo y sostenido de su abundancia, tanto máxima como mínima dentro del año, a partir de la fecha de inicio del funcionamiento de la planta y cesen del uso del Tranque en el proceso de tratamiento de las aguas (Gráfico 12).

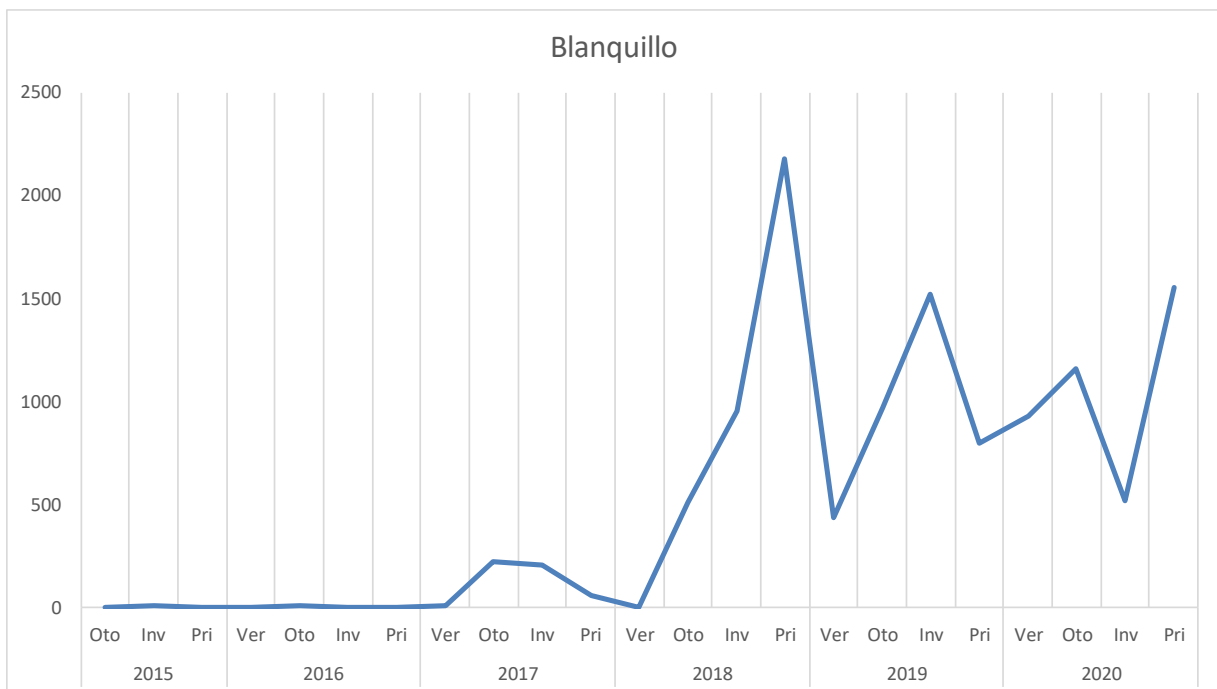
**Gráfico 12.** Abundancia estacional de zambullidores.



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

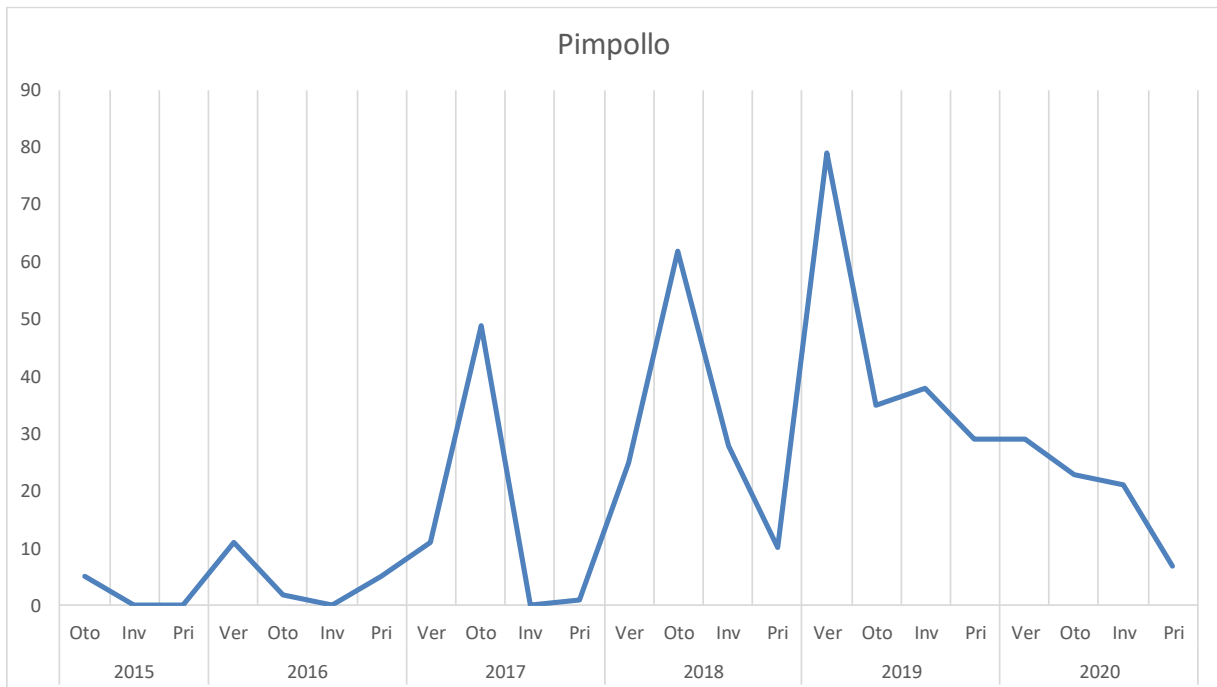
A nivel específico, dentro de las especies de zambullidores se puede ver que el blanquillo (*Podiceps occipitalis*) ha presentado un incremento significativo en su abundancia a partir de la primavera de 2018, con una fluctuación irregular en términos de la variación estacional (Gráfico 13). En cambio, el pimpollo (*Rolandia rolland*) si bien también presentó un incremento importante a partir de otoño de 2017, durante el año 2020 presentó una declinación importante en su abundancia (Gráfico 14), probablemente siendo necesario un mayor tiempo de evaluación para determinar si este es un patrón sostenido o un evento aislado. No obstante, dado que la abundancia del blanquillo (*P. occipitalis*) es en promedio 25 veces superior que la del pimpollo (*R. rolland*), es la abundancia del blanquillo (*P. occipitalis*) la que explica el patrón general del grupo de zambullidores.

**Gráfico 13.** Abundancia estacional de blanquillo (*Podiceps occipitalis*).



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

**Gráfico 14.** Abundancia estacional de pimpollo (*Rolandia rolland*).



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

## 5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Dados los resultados obtenidos hasta el momento del programa de monitoreo de avifauna del Tranque La Cadellada, se puede determinar que la puesta en marcha de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada, no ha generado ningún efecto adverso en las especies de aves acuáticas residentes del tranque. Es más, los resultados evidencian que la suspensión del uso del tranque en el proceso de tratamiento de las aguas ha mejorado la calidad del hábitat para algunas especies de aves.

Los resultados muestran que, dentro de los anátidos, las especies pato cuchara (*A. platalea*), patos rana (*O. vittata* y *O. ferruginia*) y pato gargantillo (*A. bahamensis*) han aumentado su abundancia general a partir de la puesta en marcha de la planta. También se observó este

resultado en el blanquillo (*P. occipitalis*) dentro de los zambullidores. Para las especies de rálidos, los resultados no permiten identificar algún efecto de la puesta en marcha de la planta, siendo necesario un mayor período de evaluación.

## 6 CONCLUSIONES

La principal conclusión del análisis de los resultados obtenidos hasta el momento, es que la puesta en marcha de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada, no ha tenido efectos negativos en la comunidad de especies de aves residentes del Tranque La Cadellada y que por el contrario, su funcionamiento ha mejorado las condiciones de hábitat del tranque para algunas especies de aves.

## 7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Egli, G & J. Aguirre. 1995. Abundancia, riqueza, frecuencia de ocurrencia y estado de conservación de la avifauna de ambientes acuáticos del Tranque San Rafael, comuna de Lampa, Región Metropolitana. Boletín Chileno de Ornitología 2: 14-20.