

RETRASO EN CAMBIAR EL PUNTO DE DESCARGA DE LAS AGUAS TRATADAS DE LA CADELLADA

Informe de Identificación y Evaluación de Efectos En Humedal Laguna Batuco

GP-INF-S-699, Rev. P

(Actualización del informe GP-INF-S-686 Rev. Q)

Agosto 2021



RETRASO EN CAMBIAR EL PUNTO DE DESCARGA DE LAS AGUAS TRATADAS DE LA CADELLADA

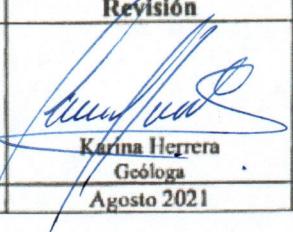
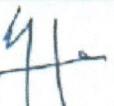
Informe de Identificación y Evaluación de Efectos En Humedal Laguna Batuco

GP-INF-S-699, Rev. P

(Actualización del informe GP-INF-S-686 Rev. Q)

Agosto 2021

Los estudios emitidos por GP Consultores Ltda. han sido desarrollados bajo los controles establecidos por un sistema de gestión de calidad aprobado por Bureau Veritas Certification, que cumple con la norma ISO 9001:2015. Certificado número: BVCSG12404

Elaboración	Revisión	Aprobación	Validación
Equipo Profesional	 Karina Herrera Geóloga	 Emilio Fernández Ing. Civil (Hidráulica), MSc.	 Alejandro Grilli Ing. Civil (Hidráulica)
Mayo 2021	Agosto 2021	Agosto 2021	Agosto 2021

EQUIPO PROFESIONAL

Alejandro Grilli
Julio Vallejos
Karina Herrera
Angello Lillo
Paola Velasquez

: Ing. Civil (Hidráulica)
: Ing. Civil (Hidráulica), MBA
: Geóloga
: Cartógrafo, Analista SIG
: Abogada

INDICE DE MATERIAS

PRESENTACIÓN	1
RESUMEN EJECUTIVO	9
1. INTRODUCCIÓN	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GENERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2.3 ANTECEDENTES DE LAS DESCARGAS DE AGUAS DE LA CADELLADA	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 MODELO CONCEPTUAL DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HÍDRICO ..	22
3.2 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE EFECTOS	26
3.3 DATOS DISPONIBLES	26
3.3.1 Imágenes Satelitales	26
3.3.2 Precipitación.....	27
3.3.3 Tasas de Evaporación.....	27
3.3.4 Caudal Promedio Mensual de Aguas Tratadas Descargadas por La Cadellada.....	28
3.3.5 Aprovechamiento de Aguas Superficiales en el Área del Dominio.....	28
3.4 EVALUACIONES HIDROLÓGICAS	29
3.4.1 Evaporación desde Lagunas (desde espejos de agua libre).....	29
3.4.2 Evaporación desde Vegetación (Evapotranspiración).....	29
3.4.3 Evaporación desde Suelo Saturado	30
3.4.4 Escorrentía Directa por Precipitación en el Área Drenante a la Laguna.....	30
3.4.5 Derrames Excedentes de Riego.....	31
3.4.6 Rebalses desde la Laguna.....	31
4. RESULTADOS	32
4.1 MEDICIONES EN IMÁGENES SATELITALES	32
4.1.1 Área con Vegetación	32

4.1.2	Área Laguna (espejo de agua libre).....	33
4.1.3	Área Total Inundada con Agua.	34
4.1.4	Resumen Mediciones de Áreas en Imágenes Satelitales.....	35
4.2	MODELACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HÍDRICO HISTÓRICO	37
4.2.1	Balance Hídrico en el Período CON Mediciones Históricas.	37
4.2.2	Verificación del Modelo de Balance Hídrico.....	45
4.3	MODELACIÓN PREDICTIVA DEL FUNCIONAMIENTO HÍDRICO	46
5.	DISCUSIONES	51
5.1	AGUAS DESCARGADAS POR LA PTAS QUE LLEGAN A LA LAGUNA.....	51
5.2	EFFECTOS EN LA SUPERFICIE TOTAL INUNDADA EN EL HUMEDAL LAGUNA BATUCO	52
5.3	EFFECTOS EN LA SUPERFICIE DE AGUA LIBRE (LAGUNA) EN EL HUMEDAL LAGUNA BATUCO.....	53
5.4	EFFECTOS EN LA SUPERFICIE DE LA VEGETACIÓN	54
6.	CONCLUSIONES	55
7.	REFERENCIAS	57

ANEXO A: Imágenes Satelitales Landsat (Ene2017/Mar2017 – Oct2020/Abr2021)

ANEXO B: Caudales Descarga PTAS La Cadellada

ANEXO C: Antecedentes sobre Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales

PRESENTACIÓN

Por Res. EX N°7/ROL D-169-2020 del 15 de julio de 2021, la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) presentó observaciones al Anexo N°1: Informe de estudio espejo de agua Laguna Humedal de Batuco, emitido por GP Consultores, referido al análisis de potenciales efectos negativos que se podrían haber generado con ocasión del hecho infraccional N°1 de la Res. Ex. N°1/Rol D-169-2020.

El citado estudio de GP Consultores corresponde al informe GP-INF-S-686 Rev. Q, de junio 2021. El presente informe corresponde a una actualización de dicho informe, acogiendo las observaciones formuladas por la SMA y complementando e introduciendo mejoras a la calibración del modelo de balance hídrico del sistema Humedal Laguna Batuco.

Las respuestas a las observaciones formuladas por la SMA, mediante Res. EX N°7/2021, al informe GP-INF-S-686 Rev. Q, son resumidas en esta presentación y desarrolladas en el presente informe:

I. Observación SMA:

“... se solicita complementar la información presentada (en el informe de GP, aclaración nuestra) indicando la fuente y fundamento de los datos indicados en la tabla 4.2 del documento [la tabla 4.2 se refiere al Balance Hídrico del Humedal Laguna Batuco. Período octubre 2017 a marzo 2018, se mantiene la numeración de la tabla en el presente informe, aclaración nuestra]. Se solicita especialmente indicar y explicar de dónde proviene la información indicada en la columna “Descarga PTAS menos extracción y pérdidas” la cual indica como una entrada al humedal de Batuco, ya que conforme a los antecedentes con los que cuenta esta SMA, la PTAS no habría realizado descargas al humedal de Batuco en el período octubre 2017 a diciembre 2020. De igual forma, se deberá explicar a qué se refiere la columna “Descarga PTAS (informe de producción)” y porque esta información se agrega a la tabla.”

Respuesta:

Tal como se señala en el numeral 3.1 de este informe, las principales entradas de agua a la laguna consisten en:

- el aporte de la lluvia,
- las descargas de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas “La Cadellada”, y
- los excedentes de los sistemas de regadío de los predios colindantes.

Y las principales salidas de agua consisten en:

- rebalse,
- evaporación,
- evapotranspiración, y
- el factor antrópico.

Basado en lo anterior, la **Tabla N°4.2** del informe incluye las siguientes columnas con las principales entradas de agua a la laguna Batuco, que se pasan a explicar:

Mes-Año	VOLUMEN INICIO MES (M3)	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)										TOTAL ENTRADAS a Laguna
		Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes) sobre humedal	Esorrentia Directa (m3/mes) cuenca aportante	Derrames de Riego (m3/mes)	Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco (m3/mes)	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción Antrópica	Pérdidas agua en trayecto a Laguna		
		TOTAL (M3)	171.386	552.542	183.414	2.397.357	Cálculos intermedios				3.304.699	
oct-17 a mar-18												

El **aporte de la lluvia** es sintetizado en las columnas “Lluvia (m3/mes) sobre humedal” y “Esorrentía Directa (m3/mes) cuenca aportante”.

La metodología y cálculo de “Lluvia (m3/mes) sobre humedal” se presenta al final del numeral 3.4.4 del presente informe. Las áreas de “Laguna con superficie libre” y de “laguna cubierta con vegetación” han sido medidas en imágenes satelitales y la “Precipitación mensual” corresponde a la medida en la estación Colina de la DMC, la cual se incluye en la columna “Lluvia (mm/mes)”.

La metodología y cálculo de “Esorrentía Directa (m3/mes) cuenca aportante” se presenta también en el numeral 3.4.4 del presente informe. En los cálculos se ha considerado la sectorización de áreas aportantes y coeficientes de esorrentía propuestos por Mellado (2008) y citados en el informe, los cuales se reproducen en el numeral 3.4.4

Los **excedentes de los sistemas de regadío de los predios colindantes** son presentados en la columna “Derrames de Riego (m3/mes)” de Tabla N°4.2 citada. Su cálculo se presenta en el numeral 3.4.5 del informe.

Las **descargas de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas “La Cadellada”**, son presentadas en las columnas “Descarga PTAS a Estero S/Nombre” y “Descarga PTAS a Tranque San Rafael”. La suma de ambas corresponde a lo que hemos denominado “Descarga PTAS (informe de producción)”, cuyas magnitudes son los que informa periódicamente “La Cadellada” a la SISS (ver **Anexo B**).

En el período estival, que coincide con el período de mayor demanda de agua para regadío, el factor antrópico ha priorizado el aprovechamiento de las aguas descargadas por la PTAS. Entonces, las aguas de la PTAS que podrían llegar a la laguna Batuco han sido sintetizadas como “Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco” y calculadas con la siguiente relación:

$$\begin{aligned}
 \text{“Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco”} = & \text{ “Descarga PTAS a Estero S/Nombre”} \\
 & + \text{ “Descarga PTAS a Tranque San Rafael”} \\
 & - \text{ “Extracción Antrópica”} \\
 & - \text{ “Pérdidas de agua en trayecto a Laguna”}
 \end{aligned}$$

El **factor antrópico** es sintetizado en la columna “Extracción Antrópica”. La metodología y cálculo de esta variable es presentado en el numeral 3.3.5 del informe.

Las “Perdidas de agua en trayecto a Laguna” han sido evaluadas como un parámetro de calibración del modelo de balance hídrico. Se han ajustado los siguientes valores:

Pérdidas de agua en trayecto desde descarga Tranque San Rafael hasta Laguna = 15 L/s

Pérdidas de agua por trayecto en estero Sin Nombre = 10% del caudal descargado al estero

En relación a lo afirmado por la SMA, “... que conforme a los antecedentes con los que cuenta esta SMA, la PTAS no habría realizado descargas al humedal de Batuco en el período octubre 2017 a diciembre 2020.”, podemos señalar:

En el período octubre 2017 a diciembre 2020 la PTAS La Cadellada descargaba sus aguas al Tranque San Rafael. Desde este Tranque; parte del volumen descargado por la PTAS al tranque era extraído mecánicamente para su aprovechamiento antrópico, por un tercero, y el excedente era descargado gravitacionalmente a una quebrada o Bajo Natural Sin Nombre (**Figura N°2.2.a** en numeral 2.3.1 del presente informe), por el cual escurre hacia la laguna. No obstante, esa agua en su trayecto hacia la laguna, es manejado en regadío local por el propietario del predio (**Figuras N°2.2.b** hasta **N°2.2.f** en numeral 2.3.1 del informe). Los excedentes de agua de ese manejo continúan escurriendo preferencialmente hacia la Laguna Sin Nombre y desde ahí hacia la laguna Batuco (ver **Figura N°2.2.b** hasta **N°2.2.f** del informe).

De acuerdo con la descripción anterior, las aguas descargadas por la PTAS en el tranque San Rafael se aprovechan para uso antrópico, extracción no regulada o limitada por el Estado. Como consecuencia de ese factor antrópico, al humedal laguna Batuco no llega la totalidad del volumen de agua descargado por la PTAS al tranque en el período octubre 2017 a diciembre 2020.

II. Observación SMA:

“Aclarar para el modelo conceptual de funcionamiento hídrico histórico (figuras 3.3 y 3.4 del Anexo I) [en el presente informe corresponde a las Figuras N°3.4 y N°3.5, aclaración nuestra] la estructura denominada laguna sin nombre y sus aportes al caudal del humedal de Batuco;”.

Respuesta:

La Laguna Sin Nombre corresponde a un depósito natural de aguas léticas, la cual probablemente se formó por los excesos de agua que aporta al sistema hídrico natural las descargas de aguas de la PTAS. De las imágenes siguientes, se observa:

- En imagen satelital del año 1985 (**Figura N°1** siguiente) se observa que cuando no existía la PTAS, tampoco existía la Laguna Sin Nombre.
- En imagen satelital del año 2003 (**Figura N°1** siguiente) se observa que cuando existía la PTAS y no existía el factor antrópico del propietario del predio, si existe la Laguna Sin Nombre.

En las imágenes se observa además que el drenaje natural de las aguas superficiales provenientes del sector de la PTAS, es hacia la laguna Sin Nombre en primer lugar y posteriormente escurre hacia la laguna Batuco.

En consecuencia, se observa que el flujo natural de las descargas del tranque San Rafael, que recibe las descargas de la PTAS, escurrirán preferentemente hacia la laguna Sin Nombre y desde ahí hacia la laguna de Batuco.

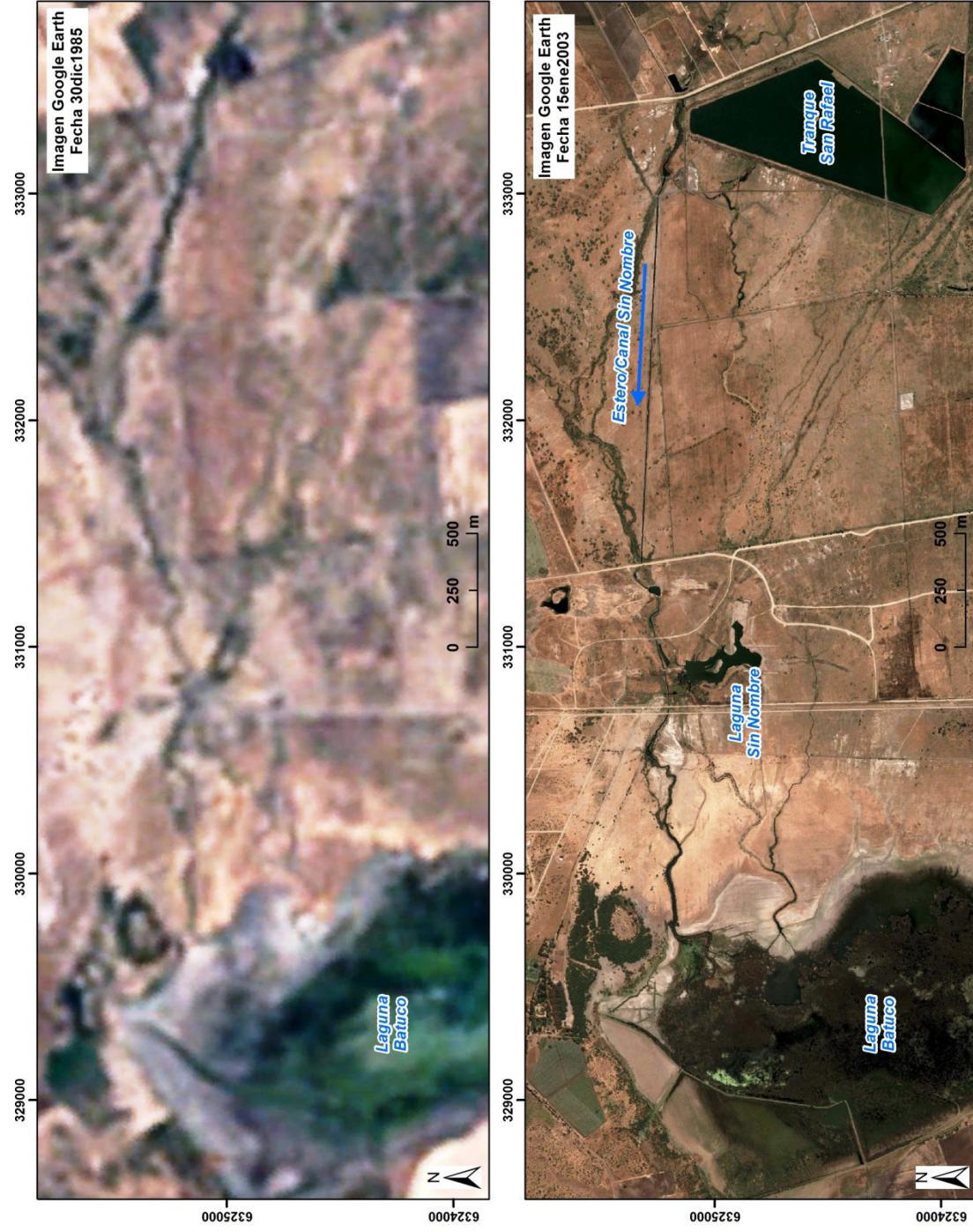


Figura N°1. Sector en estudio, aguas abajo del trinquete San Rafael. En la imagen del año 1985 se observa que cuando no existía la PTAS, tampoco existía la Laguna Sin Nombre. En la imagen del año 2003 se observa que cuando existe la PTAS (antigua), existe la Laguna Sin Nombre. Se observa además que el drenaje principal de las aguas superficiales es hacia el sector de la Laguna Sin Nombre

III. Observación SMA:

“Respecto de las referencias para la estimación de escorrentía directa por precipitación en el área drenante a la laguna y derrames excedentes de riego, se debe complementar incorporando tanto los factores y valores usados respecto de lo propuesto por Mellado, 2008;”

Respuesta:

De acuerdo a lo solicitado, se ha incorporado en los **numerales 3.4.4** (Escorrentía Directa por Precipitación en el Área Drenante a la Laguna) y **3.4.5** (Derrames Excedentes de Riego) del presente informe.

IV. Observación SMA:

“Respecto de los parámetros de calibración utilizados para ajustar los balances hídricos y cuyos valores se presentan en las tablas 4.1, 4.6 y 4.7 del anexo 1 [la numeración de esa tablas corresponden al informe anterior; en el presente informe corresponde a las tablas 4.1 –periodo histórico- y tabla 4.6 –modelación predictiva-; aclaración nuestra], se deberá referenciar claramente el origen de los mismos y su uso en el análisis realizado;”

Respuesta:

De acuerdo a lo solicitado, se ha incorporado en el **numeral 4.2.1** del presente informe. A continuación se resumen los parámetros de calibración utilizados.

Todos ellos corresponden a un valor (parámetro) que multiplican la variable, reduciendo su magnitud; excepto las pérdidas de agua en el trayecto entre el tanque y la laguna que fue estimado en 15 L/s constante (sector de manejo antrópico por el propietario del predio).

Tabla N°4.1: Parámetros de Calibración del Balance Hídrico en el Período Histórico con Mediciones

Reproduce Condición Histórica		PERÍODO ESTIVAL			
		Oct/2020-Mar/2021	Oct/2019-Mar/2020	Oct/2018-Mar/2019	Oct/2017-Mar/2018
	Factor Uso Derechos Jara:	1	1	0,9	0,5
	Factor Evap Suelo Saturado	0,60	0,60	0,60	0,60
	L/s pérdidas trayecto:	15	15	15	15
	% pérdidas estero	0,10		Sin Descarga a Estero	
	Factor reduce Derrames de Riego de Mellado (2008)	0,5	0,5	0,5	0,5
	Factor reduce Escorrentía Directa de Mellado (2008)	0,5	0,5	0,5	0,5

Tabla N°4.6: Parámetros de Calibración del Balance Hídrico utilizados en el pronóstico o predicción

Pronóstico		PERÍODO DE PRONÓSTICO			
		Oct/2020-Mar/2021	Oct/2019-Mar/2020	Oct/2018-Mar/2019	Oct/2017-Mar/2018
	Factor Uso Derechos Jara:	1	1	1	1
	Factor Evap Suelo Saturado	0,60	0,60	0,60	0,60
	L/s pérdidas Tranque-Laguna		Sin descarga a Tranque		15
	% pérdidas en estero (*/100)	0,10	0,10	0,10	S/Descarga a Estero
	Factor reduce Derrames de Riego de Mellado (2008)	0,5	0,5	0,5	0,5
	Factor reduce Escorrentía Directa de Mellado (2008)	0,5	0,5	0,5	0,5

Como se observa, el único parámetro que cambia su magnitud entre ambas simulaciones corresponde al factor de uso de un tercio, que para este informe se ha denominado “Factor Uso

Derechos Jara”, atendida la referencia hecha por la DGA en Imagen 5 de Informe Técnico D.G.A- R.M.S. N°97 de fecha 19 octubre 2018 (ver **Figura N°2.1** del presente informe).

El **Factor Uso Derechos Jara** surge al no ser conocido el real valor del volumen de aguas de aprovechamiento antrópico (extracciones de agua directamente del tranque y desde el cauce estero Sin Nombre). Corresponde a un valor que multiplica el volumen mensual de aprovechamiento de aguas correspondiente al derecho existente y que ha sido presentado en el **numeral 3.3.5, Tabla N°3.3 (Alt.2)**.

V. Observación SMA:

“Respecto de los balances hídricos presentados en las tablas 4.2 a 4.5 [Balances en el período histórico con mediciones, aclaración nuestra] y 4.8 a 4.11 [Balances predictivos, aclaración nuestra] del anexo N°1, se deberá indicar y/o aclarar los siguiente:

- a) *Valor de volumen inicial en la laguna de batuco a octubre de cada año analizado,*
- b) *Consideración en el balance de los valores de descarga desde la PTAS en los períodos donde no existió descarga efectiva al estero, y*
- c) *Origen de valores de extracción antrópica y pérdidas en el trayecto a laguna, y*
- d) *Entregar en formato digital las planillas de cálculos utilizadas en los balances hídricos, referenciando claramente las fórmulas utilizadas.”*

Respuesta:

- a) *Valor de volumen inicial en la laguna de batuco a octubre de cada año analizado*

Si bien es conocida la superficie inundada de agua a octubre de cada año (imágenes satelitales), no es conocida –al menos no en forma confiable- la batimetría de la laguna. Por lo anterior no tenemos como “dato” el volumen inicial de agua en la laguna a octubre de cada año.

De acuerdo al Balance Hídrico efectuado por Mellado (2008) para el año 2006, en plenitud el volumen de agua almacenada en el Humedal Laguna Batuco es de aproximadamente 956.000 metros cúbicos (**Tabla N°3.1** del presente informe). Considerando lo anterior, el volumen propuesto por Mellado (2008) es utilizado como volumen inicial (se ha considerado que corresponde al volumen de agua “en plenitud”) para todas las simulaciones del período octubre a marzo (no existe otro antecedente público del volumen de agua almacenada a plena capacidad).

- b) *Consideración en el balance de los valores de descarga desde la PTAS en los períodos donde no existió descarga efectiva al estero, y*

Tal como se señala en la Respuesta I anterior, las aguas de la PTAS que llegarían a la laguna Batuco ha sido expresadas como “Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco” y calculadas con la siguiente relación:

$$\begin{aligned} \text{“Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco”} &= \text{“Descarga PTAS a Estero S/Nombre”} \\ &\quad + \text{“Descarga PTAS a Tranque San Rafael”} \\ &\quad - \text{“Extracción Antrópica”} \\ &\quad - \text{“Pérdidas de agua en trayecto a Laguna”} \end{aligned}$$

Cuando no existe “Descarga PTAS a Estero Sin Nombre”, la “Descarga PTAS a Tranque San Rafael” corresponde al volumen total de aguas tratadas por “La Cadellada” e informadas a la SISS. Los volúmenes de agua de “La Cadellada” que finalmente llegarán a la Laguna son analizados en el numeral 2.3 del presente informe.

c) *Origen de valores de extracción antrópica y pérdidas en el trayecto a laguna*

Extracción Antrópica:

Si bien no existe una recopilación de antecedentes históricos de los volúmenes de agua extraídas del tranque San Rafael para uso antrópico, si hemos podido identificar que quienes realizan la extracción de aguas desde el tranque San Rafael (descargadas por la PTAS) son los mismos titulares del derecho de aprovechamiento de aguas existente en el estero Sin Nombre, los cuales también aprovecharán esas aguas (descargas de la PTAS) cuando se descargue directamente a ese cauce y se elimine la descarga al tranque.

Existe como dato el derecho de aprovechamiento de aguas en el estero sin nombre, cuyo punto de captación está aproximadamente a 100 metros aguas abajo de la descarga comprometida de la PTAS en el estero, con un volumen de 3.000.000 metros cúbicos anuales (**Anexo C** del presente informe).

Considerando lo anterior, se puede colegir que los valores de extracción antrópica desde el tranque (cuando no existe descarga directa de la PTAS al estero) corresponden a una magnitud equivalente al derecho de aprovechamiento de aguas existente.

Pérdidas en el trayecto a la laguna:

Las pérdidas de agua en el trayecto superficial entre el tranque y la laguna se consideró en 15 L/s (sector de manejo antrópico por el propietario del predio, ver **Figura N°2.2** del presente informe). Esta magnitud ha sido evaluada como un parámetro de calibración del balance hídrico, teniendo en consideración lo visto en las imágenes de la figura citada.

Las pérdidas de agua en el trayecto por el estero sin nombre han sido consideradas en un 10% del volumen de agua descargado por la PTAS a este cauce. Esta magnitud ha sido evaluada como un parámetro de calibración del balance hídrico, teniendo presente el recorrido observado y los parámetros habituales para estos casos.

d) *Entregar en formato digital las planillas de cálculos utilizadas en los balances hídricos, referenciando claramente las fórmulas utilizadas.”*

En cuanto a las planillas de cálculo solicitadas, hacemos presente que la totalidad de la información de los cálculos está contenida en su integridad, en el informe; en especial:

- i. Descripción de los datos de entrada al modelo (contenidos en el numeral 3.3 del informe), que incluye; imágenes satelitales, precipitación, tasas de evaporación, caudal promedio

mensual de aguas tratadas descargadas por La Cadellada y el Aprovechamiento de aguas superficiales en el área del dominio.

- ii. Información con los resultados de las mediciones de áreas en imágenes satelitales (4.1.4 del informe),
- iii. Fórmulas utilizadas (contenidas en las figuras 4.5 y 4.6),
- iv. Datos de Calibración (contenidos en la tabla 4,1).
- v. Resultado de los Balances Hídricos, aplicando el modelo (contenido en las tablas 4.2 a 4.5)

En caso que la autoridad considere necesario operar el software que contiene la información antes descrita, para verificación de los cálculos, estamos disponibles para coordinar una reunión en nuestras instalaciones ubicadas en Av. Nueva Providencia 2155 Torre A oficina 403, Providencia.

RESUMEN EJECUTIVO

El Objetivo del informe es evaluar los efectos en el Humedal Laguna Batuco, si la descarga del efluente de la PTAS La Cadellada hubiese sido efectuada en el Estero Sin Nombre (desde junio del año 2018, como era requerido) y no, como en realidad se realizó, en el tranque de riego denominado San Rafael.

Los efectos a ser evaluados corresponden al probable aumento de la superficie del espejo de agua de la laguna de Batuco, la conservación de especies vegetativas o una posible reducción de los efectos producidos por la sequía.

La metodología de evaluación consiste en reproducir el balance hídrico del Humedal Laguna Batuco, primero con las condiciones históricas (descarga de la PTAS al tranque), utilizando mediciones y datos existentes y, después, con condiciones de predicción o pronóstico (descarga de la PTAS al estero Sin Nombre)

Lograda la reproducción de las condiciones históricas con el Modelo Conceptual de Funcionamiento Hídrico Histórico, se calibran los parámetros del modelo y ellos se aplican para simular el funcionamiento del sistema con el Modelo Conceptual de Funcionamiento Hídrico en etapa de Predicción o Pronóstico.

La evaluación de los efectos se efectúa comparando los resultados de los balances hídricos en sus etapas de reproducción de las condiciones históricas y de simulación predictiva o de pronóstico, balances que se construyen con datos obtenidos de imágenes satelitales, estudios previos, información de instituciones públicas (DGA, SISS, DMC) entre otros, de acuerdo a lo indicado en el cuerpo del informe. En **Figura N°2** siguiente se presentan los resultados. Se observa:

- a) Aun cuando la PTAS La Cadellada hubiese descargado todas sus aguas al estero Sin Nombre (como era requerido), el modelo de pronóstico no predice un aumento de la superficie inundada de agua en el humedal (no predice un efecto positivo significativo). Se observa que al término de cada período, octubre a marzo del año siguiente, la superficie inundada es similar a la histórica.

Lo anterior debido a que las aguas a ser descargadas por la PTAS al estero Sin Nombre pueden ser extraídas antes de llegar a la laguna, por el ejercicio del derecho de aprovechamiento consuntivo por 3.000.000 metros cúbicos anuales, de propiedad de un tercero, que están constituidos en el estero, aproximadamente 100 metros aguas abajo del punto de descarga (comprometido) de La Cadellada.

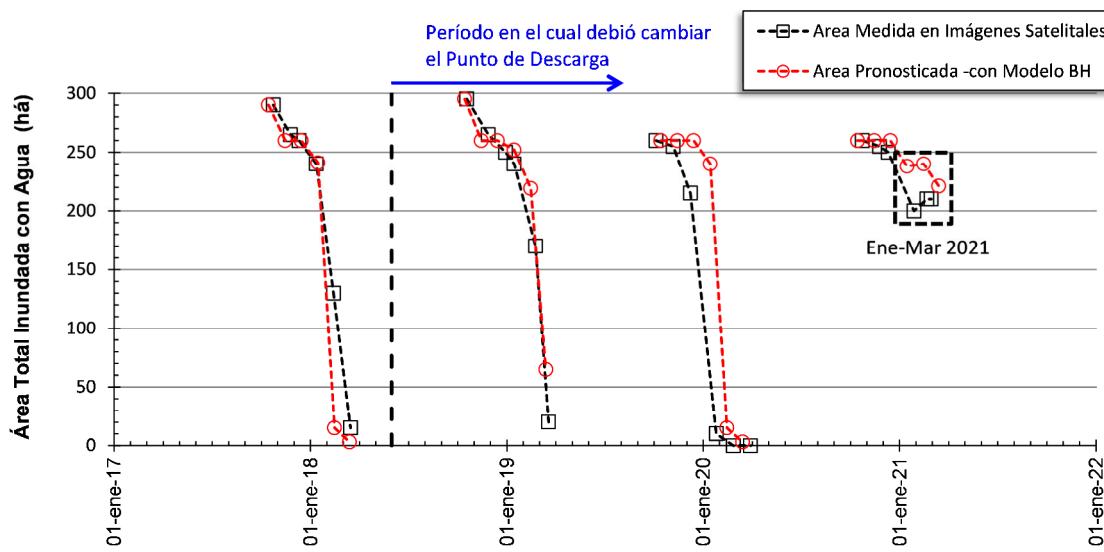


Figura N°2: Área Inundada de Agua en el Humedal Laguna Batuco (en há) en su condición histórica (medida en imágenes Landsat) y pronosticada (si la descarga de La Cadellada se hubiese realizado íntegramente al estero Sin Nombre). Nota: se considera que las aguas correspondientes al Derecho de Aprovechamiento de Aguas Superficiales constituido en el estero Sin Nombre, se extraen completamente (3.000.000 m³/año). Fuente: Figura N°5.2 del informe.

- b) En relación a la cobertura vegetacional en el Humedal Laguna Batuco, en el período analizado (febrero 2017 a abril 2021) se observa un área promedio con vegetación de 162 há, con una desviación estándar de 5 há. En **Figura N°3** se aprecia que, en el período analizado, no se ha presentado un efecto negativo de reducción del área de vegetación en el Humedal Laguna Batuco.

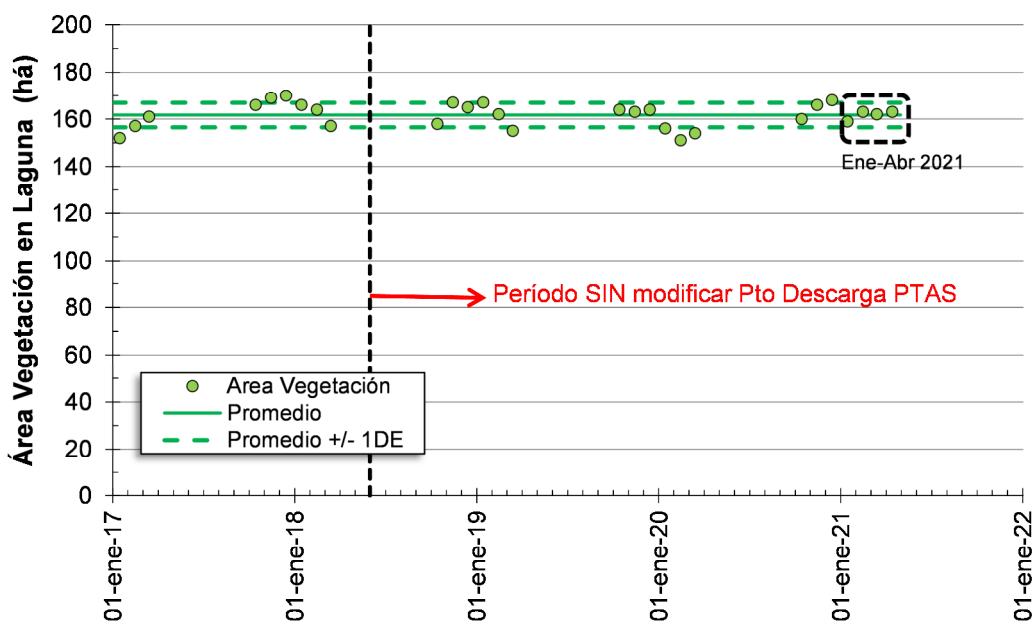


Figura N°3: Mediciones del área total de vegetación en la Laguna Batuco. Fuente: Figura N°4.1 del informe.

1. INTRODUCCIÓN

Por medio de la Resolución Exenta N°1/Rol D-169-2020, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) procedió a formular cargos en contra de Sacyr Aguas Chacabuco S.A., por haber constatado incumplimientos a la Resolución de Calificación Ambiental N°135 de 23 de marzo de 2012, dictada por la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región Metropolitana, que calificó ambientalmente favorable el proyecto “Reconversión Tecnológica de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada”.

Por Resolución Exenta N°5/Rol D-169-2020, de fecha 19 de abril de 2021, la Superintendencia del Medio Ambiente señala que, previo a resolver, deben incorporar observaciones al Programa de Cumplimiento presentado por Sacyr Aguas Chacabuco S.A. En el numeral “B” de la Resolución citada, la SMA efectúa observaciones específicas al Programa de Cumplimiento y en el numeral “B.1” formula Observaciones asociadas al cargo N°1.

En el punto 4 del numeral “B.1 Observaciones asociadas al cargo N°1” de la Resolución Exenta N°5/Rol D-169-2020 de fecha 19 de abril de 2021, la SMA especifica:

“... se solicita a la empresa presentar un análisis de descarte o generación de efectos negativos, que parte del hecho incuestionable de que la empresa no realizó la descarga de su efluente en el Estero Sin Nombre, y que por lo tanto no se realizó el aporte de aguas desde el proyecto al humedal de Batuco como fuera establecido en la evaluación ambiental, ... , luego de lo cual deberá acompañar el análisis técnico respecto a los riesgos asociados a esta no descarga, el cual deberá referirse a los “efectos positivos” que no se generaron en el humedal de Batuco al no haberse realizado la descarga, los cuales deberán estar caracterizados y fundamentados. En este sentido, dichos efectos positivos podrían haberse referido, por ejemplo, al aumento de la superficie del espejo de agua de la laguna de Batuco que se ha visto retrasado por no haberse iniciado la descarga, la conservación de especies vegetativas o de avifauna, una reducción de los efectos producidos por la sequía, etc.”

De acuerdo con la formulación de cargos, Considerandos 57, 59, 61 y 64 de la Resolución Exenta N°1/Rol D-169-2020 del 18 de diciembre de 2020, la descarga del efluente de la PTAS La Cadellada al estero Sin Nombre debió haberse iniciado en mayo del año 2018 o en junio del 2018 (Considerando IV.a., página 10).

Desde enero 2021 se realiza una descarga provisoria de aproximadamente 100 L/s de aguas de La Cadellada al estero Sin Nombre.

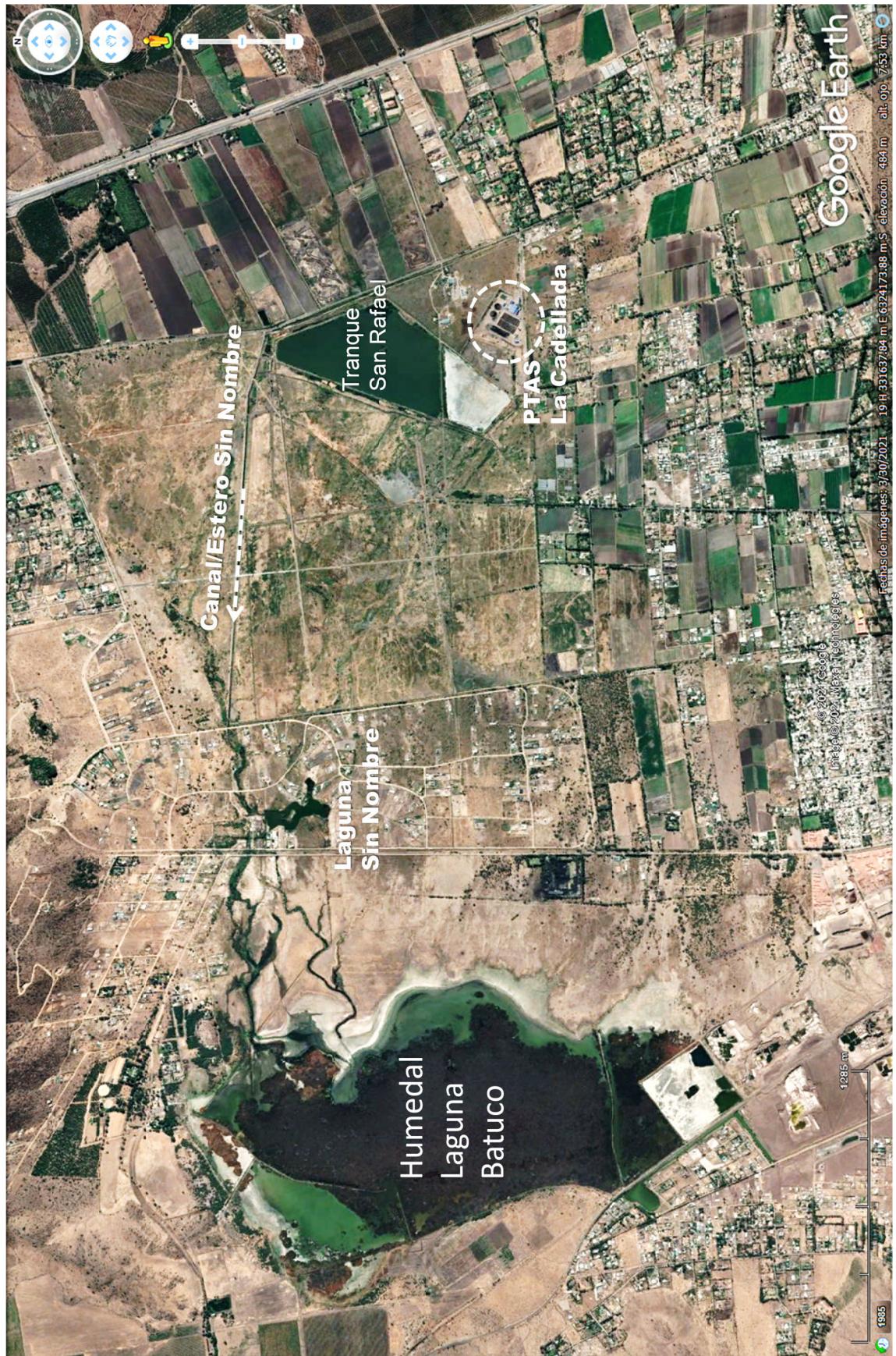


Figura N°1.1. Ubicación general de la PTAS La Cadellada (de Sacyr Aguas Chacabuco S.A.) en el sistema hidráulico superficial afluente al humedal Laguna Batuco. (Imagen: 30 marzo 2021)

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL.

El Objetivo Principal del informe es evaluar los efectos en el Humedal Laguna de Batuco si la descarga del efluente de la PTAS La Cadellada hubiese sido efectuada en el Estero Sin Nombre (como así era requerido desde mayo-junio del año 2018) y no, como en realidad se efectuó, en el tranque de riego denominado San Rafael (ver **Figuras N°1.1 y N°2.1**).

Los efectos a ser evaluados corresponden al probable aumento de la superficie del espejo de agua de la laguna de Batuco (que se ha visto retrasado por no haberse iniciado la descarga al estero Sin Nombre), la conservación de especies vegetativas o una posible reducción de los efectos producidos por la sequía.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Para alcanzar el objetivo principal se postulan los siguientes objetivos específicos.

- ◆ Conceptualizar el funcionamiento del sistema hídrico de entradas al y salidas de agua del Humedal Laguna Batuco (Balance Hídrico del sistema).
- ◆ Modelo Funcionamiento Histórico: Reproducir (modelar) el funcionamiento hídrico histórico del sistema, en el período junio 2018 a enero 2021. El funcionamiento hídrico histórico considera que las descargas de las aguas tratadas de la PTAS La Cadellada fueron efectuadas en el Tranque San Rafael.
- ◆ Modelo Funcionamiento de Pronóstico: Modelar el funcionamiento hídrico del sistema en situación de Pronóstico. Es decir, considerando que las descargas de las aguas tratadas de la PTAS La Cadellada hayan sido efectuadas en el cauce natural denominado Estero Sin Nombre, en el período junio 2018 a enero 2021.
- ◆ Identificación de efectos. Con ambos modelos (situación histórica y situación pronosticada) se evaluará la superficie inundada con agua en el humedal, la superficie del espejo de agua de la laguna de Batuco y la superficie de vegetación dentro del humedal Laguna Batuco.

- Evaluación de efectos. Será cuantificado comparando los efectos identificados con ambos modelos (situación histórica versus situación pronosticada).

2.3 ANTECEDENTES DE LAS DESCARGAS DE AGUAS DE LA CADELLADA.

En **Figura N°2.1** se reproduce la situación observada por la DGA-RMS (octubre 2018) en relación a la descarga histórica (actual, a esa fecha, en tranque San Rafael) y la comprometida en Proyecto de Reconversión Tecnológica (RCA N°135 de 2012, en estero Sin Nombre). Se observa que en ambas situaciones las aguas de la PTAS son o pueden ser extraídas para uso antrópico, por lo que no llegan al humedal laguna Batuco, al menos no la totalidad del volumen de agua descargado por la PTAS.

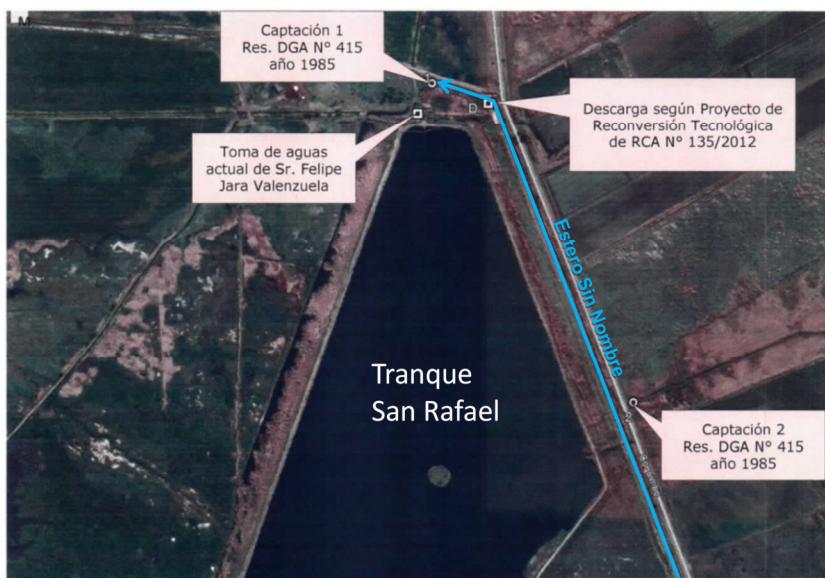


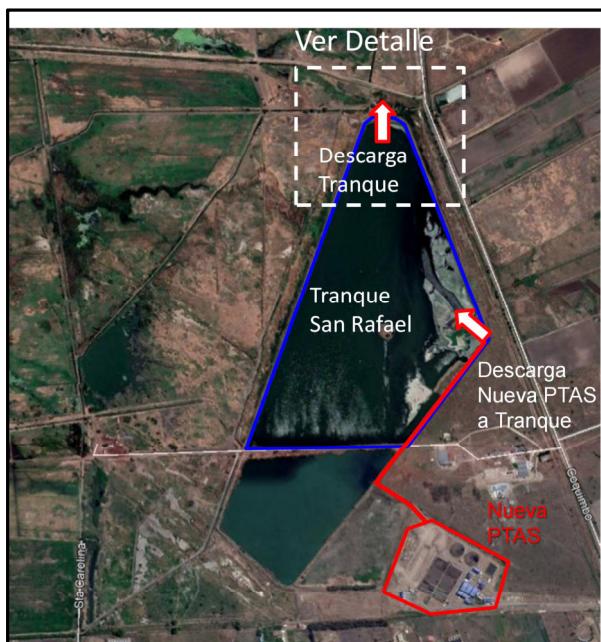
Figura N°2.1: Se identifica la actual captación de aguas para riego que efectúa el Sr. Felipe Jara (identificado en el informe DGA) directamente desde el Tranque San Rafael, el punto de descarga de las aguas provenientes de la PTAS que se identificó en la RCA N°135/2012 (que debió ser cumplido desde mayo-junio 2018) y la ubicación del punto de captación de un derecho de aprovechamiento de aguas (Captación 1 según Res. DGA N°415 de 1985) ubicado aproximadamente a 100 metros aguas abajo del punto de descarga comprometido de la PTAS. Fuente: Figura basada en Imagen 5 de Informe Técnico D.G.A- R.M.S. N°97 de fecha 19 octubre 2018.

2.3.1 Descarga Histórica

En la situación histórica (2018 a 2021), la PTAS descarga sus aguas tratadas en el Tranque San Rafael de riego. De las aguas de ese tranque se aprovechan aguas para uso antrópico, por lo que no llega al humedal laguna Batuco la totalidad del volumen de agua descargado por la PTAS.

En **Figura N°2.2** se ilustra el recorrido histórico de las aguas descargadas por La Cadellada. Desde el Tranque San Rafael; parte del volumen descargado por la PTAS al tranque es extraído mecánicamente para su aprovechamiento antrópico y el excedente es descargado gravitacionalmente a una quebrada o Bajo Natural Sin Nombre, por el cual escurre hacia la laguna (**Figura N°2.2.a**). No obstante, esa agua que escurre hacia la laguna, es manejado en regadío (factor antrópico) por el propietario del predio (**Figuras N°2.2.b** hasta **N°2.2.f**). Los

excedentes de agua de ese manejo continúan escurriendo preferencialmente hacia la Laguna Sin Nombre y desde ahí hacia la laguna Batuco (**Figura N°2.2.b hasta N°2.2.f**).



Nueva PTAS La Cadellada (Lodos Activados)
Imagen: 12 Diciembre 2019



Figura N°2.2.a: La PTAS descarga históricamente sus aguas al Tranque San Rafael. Desde el Tranque San Rafael; parte del volumen descargado por la PTAS es extraído mecánicamente para aprovechamiento antrópico y el remanente es descargado gravitacionalmente a una quebrada o Bajo Natural Sin Nombre, por el cual es escurre hacia la laguna. Fuente: Elaboración propia sobre imagen Google Earth del 17 diciembre 2019

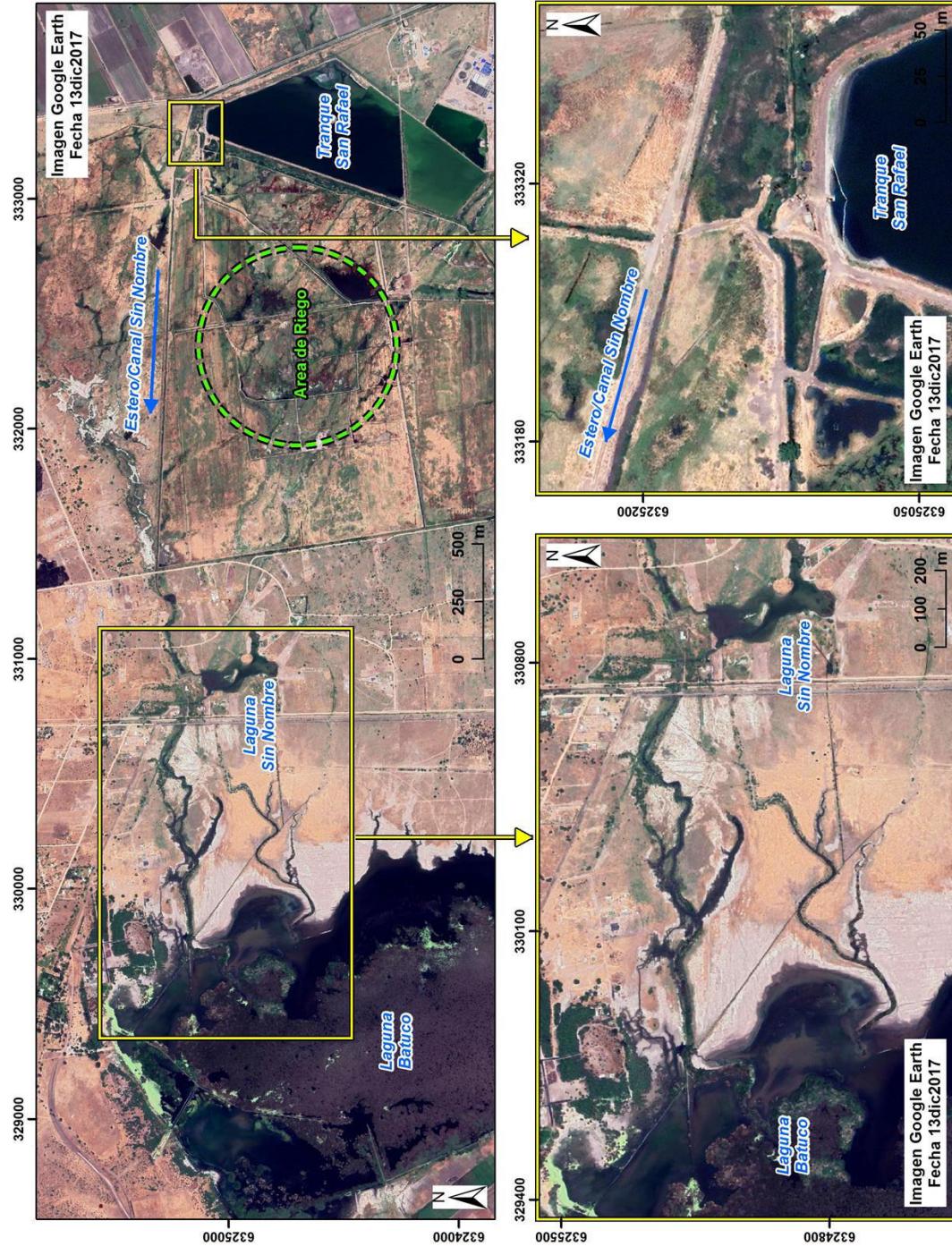


Figura N°2.2.b. Imagen Google Earth del 17 de diciembre de 2017. Se observa el manejo de las aguas de la PTAS descargadas por el tranque San Rafael, efectuado por el propietario del terreno. Las aguas excedentes de ese manejo escurren superficialmente y en forma preferencial hacia la Laguna Sin Nombre y desde ahí abastecen a la Laguna Batuco, tal como se observa por los cauces superficiales de la imagen.

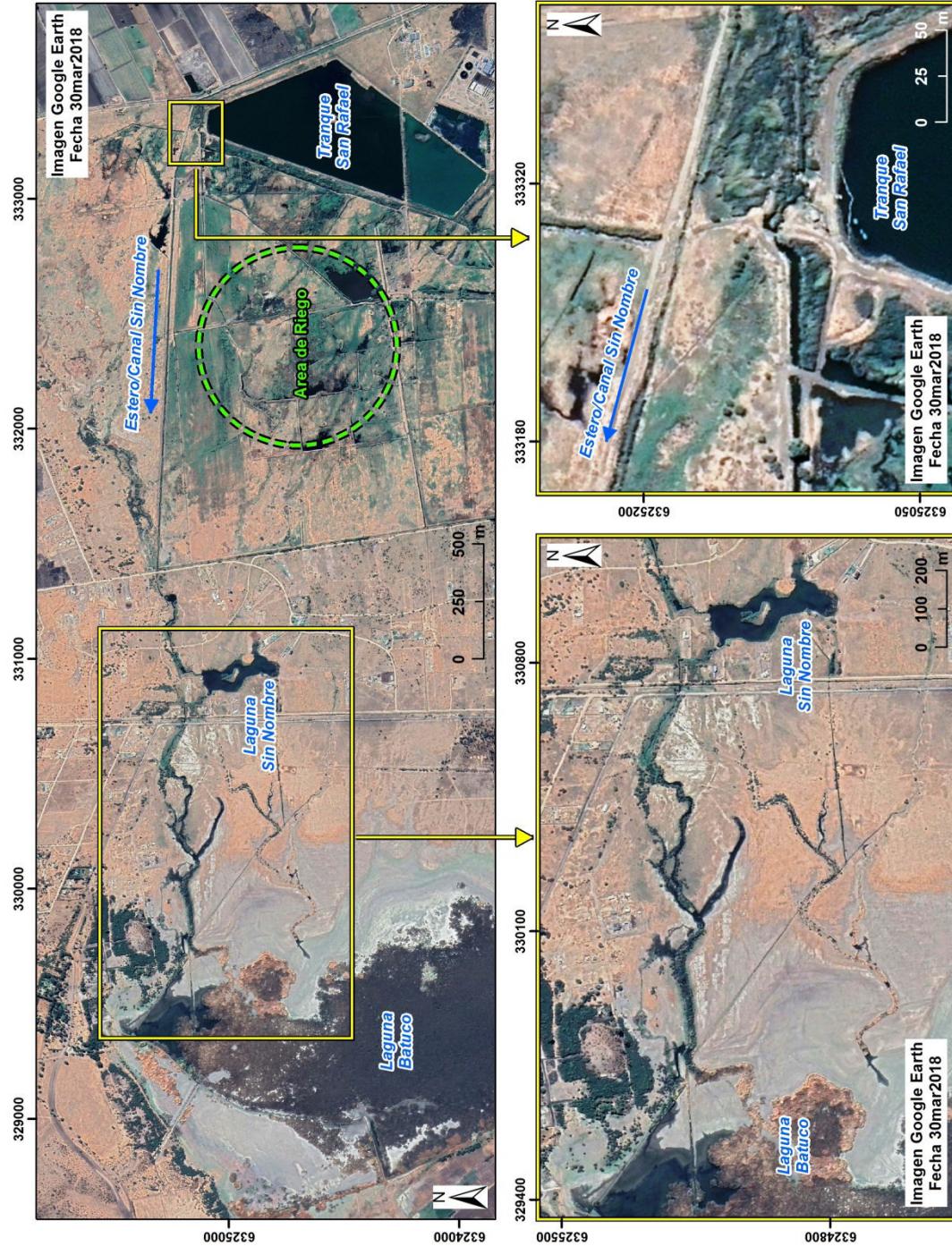


Figura N°2.2.c: Imagen Google Earth del 30 de marzo de 2018. Se observa el manejo de las aguas de la PTAS descargadas por el tranque San Rafael, efectuado por el propietario del terreno. Las aguas excedentes de ese manejo escurren superficialmente y en forma preferencial hacia la Laguna Sin Nombre y desde ahí abastecen a la Laguna Batuco, tal como se observa por los cauces superficiales de la imagen.

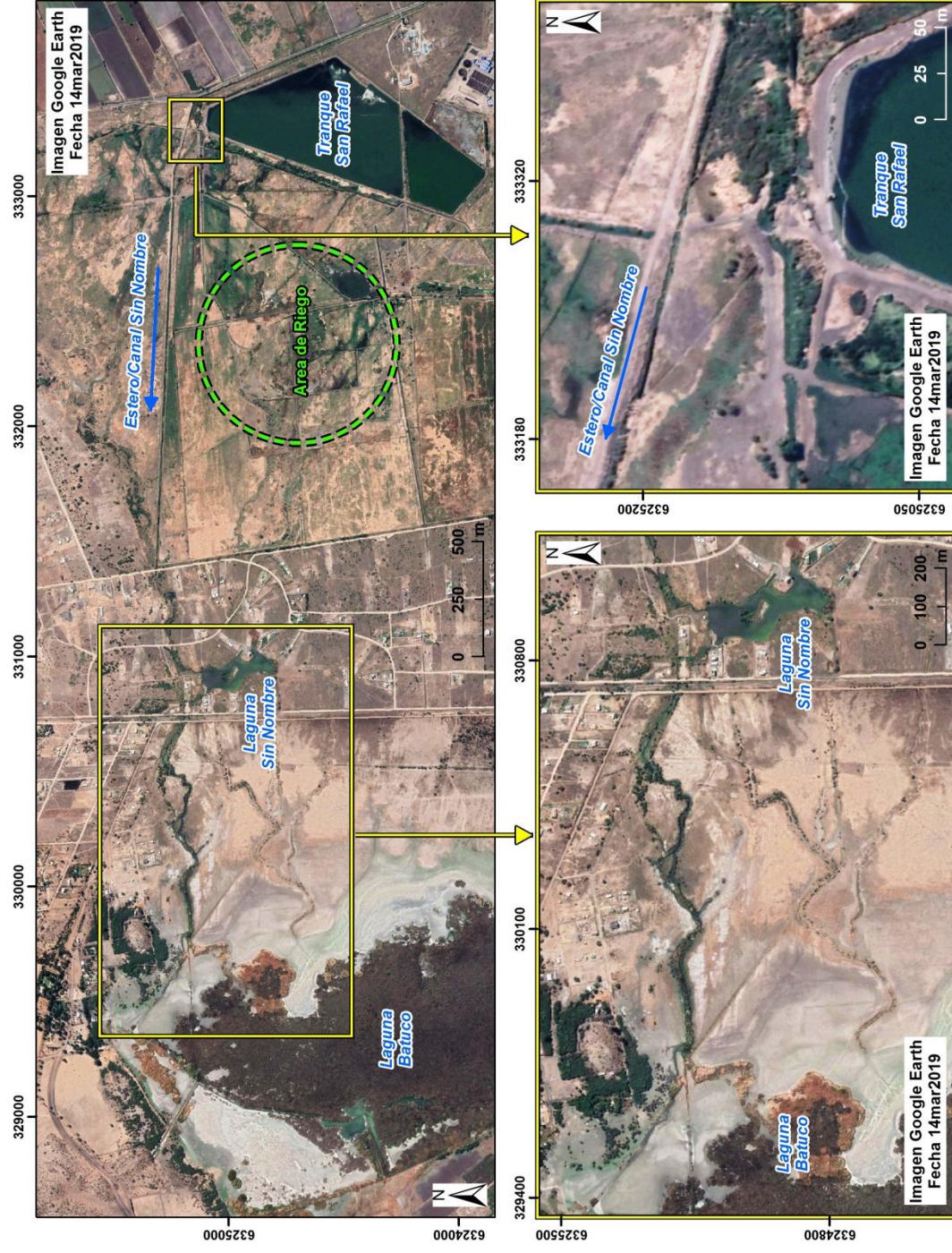


Figura N°2.2.d: Imagen Google Earth del 14 de marzo de 2019. Se observa el manejo de las aguas de la PTAS descargadas por el tranque San Rafael, efectuado por el propietario del terreno. Las aguas excedentes de ese manejo escurren superficialmente y en forma preferencial hacia la Laguna Sin Nombre y desde ahí abastecen a la Laguna Batuco, tal como se observa por los cauces superficiales de la imagen.

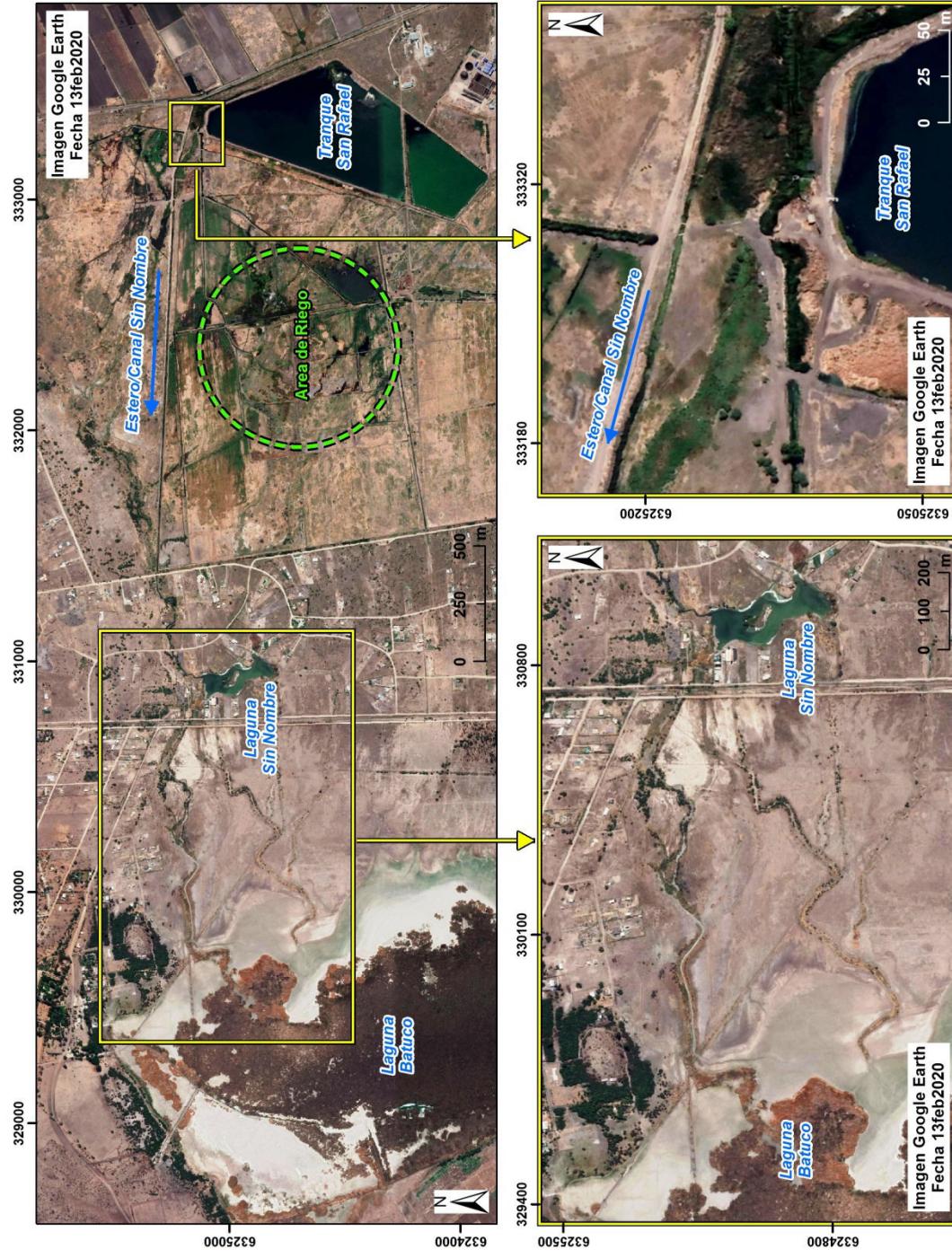


Figura N°2.2.e: Imagen Google Earth del 13 de febrero de 2020. Se observa el manejo de las aguas de la PTAS descargadas por el tranque San Rafael, efectuado por el propietario del terreno. Las aguas excedentes de ese manejo escurren superficialmente y en forma preferencial hacia la Laguna Sin Nombre y desde ahí abastecen a la Laguna Batuco, tal como se observa por los cauces superficiales de la imagen.

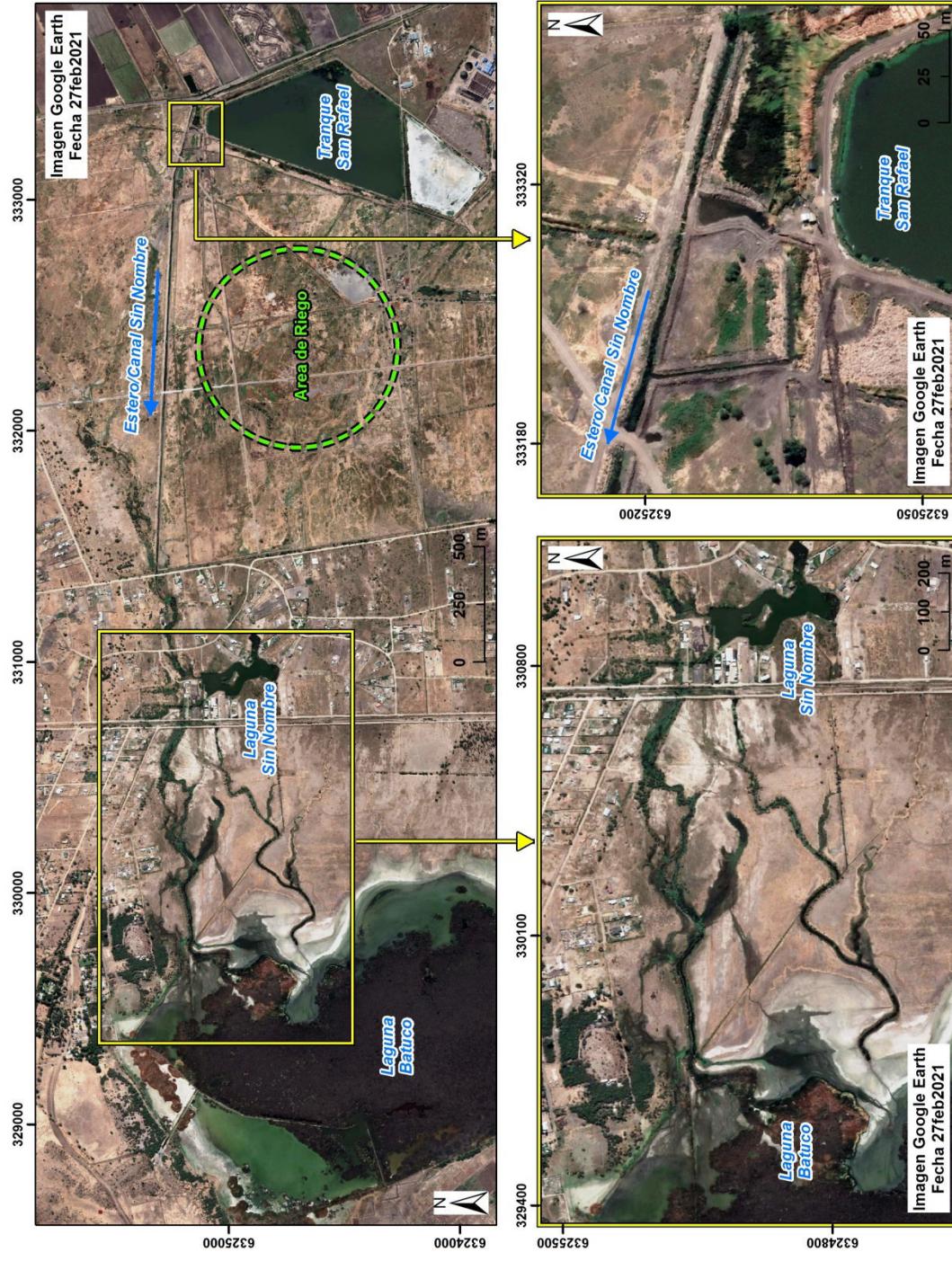


Figura N°2.2.f. Imagen Google Earth del 27 de febrero de 2021. Se observa el manejo de las aguas de la PTAS descargadas por el tranque San Rafael, efectuado por el propietario del terreno. Las aguas excedentes de ese manejo escurren superficialmente y en forma preferencial hacia la Laguna Sin Nombre y desde ahí abastecen a la Laguna Batuco, tal como se observa por los cauces superficiales de la imagen.

2.3.2 Descarga Pronosticada

Es importante destacar, como antecedente, que si las aguas de la PTAS se hubiesen descargado directamente al estero Sin Nombre (como era requerido, y no al Tranque San Rafael), esas aguas podrían haber sido captadas mediante Captación 1 (Res. DGA N°415 año 1985) y extraídas para su aprovechamiento antrópico; por lo cual tampoco hubiesen llegado al humedal laguna Batuco, al menos no la totalidad del volumen descargado por la PTAS (ver **Figura N°2.3**).

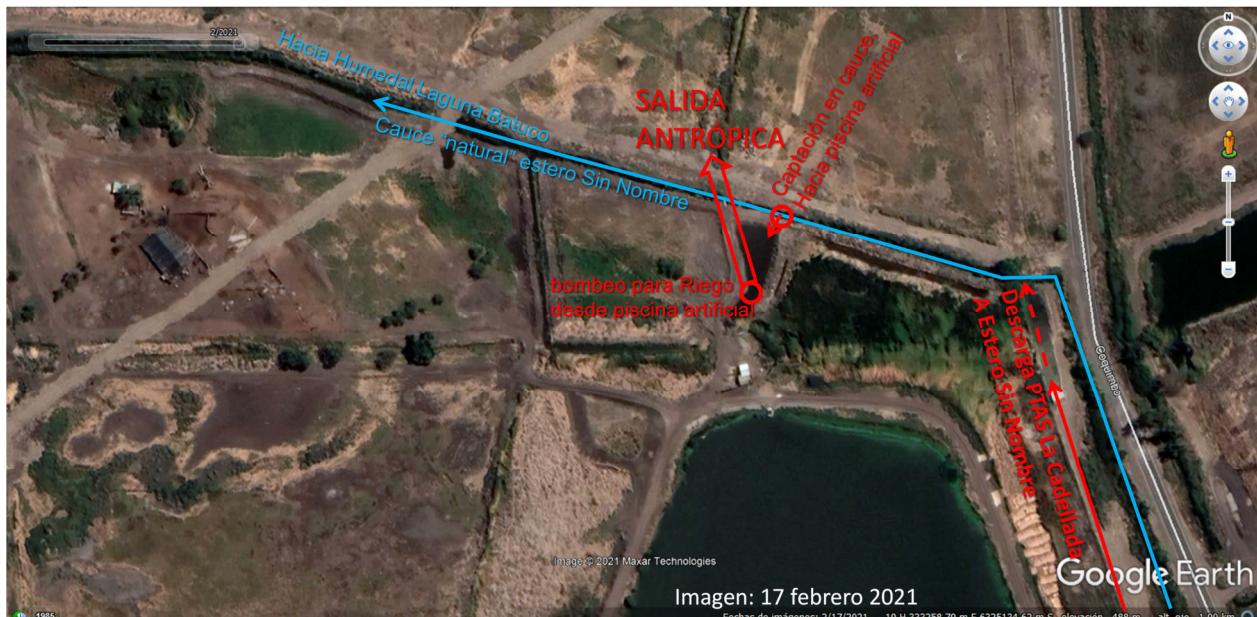


Figura N°2.3: Descarga de parte de las aguas de la PTAS hacia el cauce del Estero Sin Nombre (aproximadamente 100 L/s) y captación de ellas por el derecho de aprovechamiento constituido por Res. DGA N°415 del año 1985. El volumen remanente, después de la extracción antrópica, escurrirá hacia la laguna. Fuente: Elaboración propia sobre imagen Google Earth del 17 febrero 2021

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MODELO CONCEPTUAL DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HÍDRICO

El fallo de la Corte Suprema del 7 agosto 2019 (Sentencia de Reemplazo, causa rol C-3894-2012 del 13º Juzgado de Santiago de Chile), en los autos sobre daño ambiental caratulados “Fisco de Chile con Achurra y otro”, da por establecido los siguientes hechos relevantes, en cuanto a las entradas y salidas de la laguna:

- a) La Laguna Batuco es un espejo de agua, emplazado al interior del Humedal Batuco, que en plenitud posee una superficie aproximada de 250 hectáreas.
- b) Las principales entradas de caudal de la laguna consisten en
 - el aporte de la lluvia,
 - las descargas de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas “La Cadellada”, y
 - los excedentes de los sistemas de regadío de los predios colindantes.
- c) Las principales salidas de caudal se producen por
 - rebalse,
 - evaporación,
 - evapotranspiración, y
 - el factor antrópico.
- d) Debido a lo anterior, la superficie y profundidad de la laguna varía según las estaciones del año, y fluctúa también conforme a los períodos de sequía o abundancia de lluvia.

Si bien las sentencias dictadas en juicio solo producen efectos entre las partes que intervinieron en el mismo, de acuerdo a lo señalado por el artículo 3, inciso 2º del Código Civil, creemos que las conclusiones recién transcritas tienen validez general, ya que se refieren a antecedentes técnicos acreditados en el juicio mediante pericias y estudios científicos sobre aspectos y características de la Laguna de Batuco que no dependen de las circunstancias de un juicio en particular.

Teniendo presente lo anterior, se postulan los siguientes modelos de funcionamiento hídrico del sistema:

- a) Funcionamiento Histórico (ver modelo conceptual en **Figura N°3.4**), desde mayo-junio del año 2018 hasta enero 2021.

Se hace presente que en enero 2021 se inicia la construcción de una captación de las aguas descargadas por la PTAS en el estero Sin Nombre (ver **Figuras N°3.1 a N°3.3**), por lo cual, a partir de esa fecha, cambia el sistema de extracción de aguas para aprovechamiento antrópico (cambia el modelo conceptual histórico de **Figura N°3.4**).

- b) Funcionamiento Previsto (ver modelo conceptual en **Figura N°3.5**), si se hubiese efectuado la descarga de las aguas efluentes de la PTAS en el cauce del estero Sin Nombre para el período 2018-2021.



Figura N°3.1: Se observa en imagen Google Earth del 30 diciembre 2020, que no existe la piscina artificial para almacenar las aguas a ser captadas desde el estero Sin Nombre. En círculo de línea segmentada se destaca la ubicación de la futura piscina artificial



Figura N°3.2: Se observa en imagen Google Earth del 13 enero 2021, operación para la construcción de piscina artificial para almacenar las aguas a ser captadas desde el estero Sin Nombre.



Figura N°3.3: Se observa en imagen Google Earth del 17 febrero 2021, la operación de piscina artificial para almacenar las aguas que son captadas desde el estero Sin Nombre. La captación de las aguas corresponde al punto identificado como Captación 1 según el Informe Técnico N°97 de la DGA-RMS, correspondiente a la constitución del derecho por DGA 415 de octubre 1985.

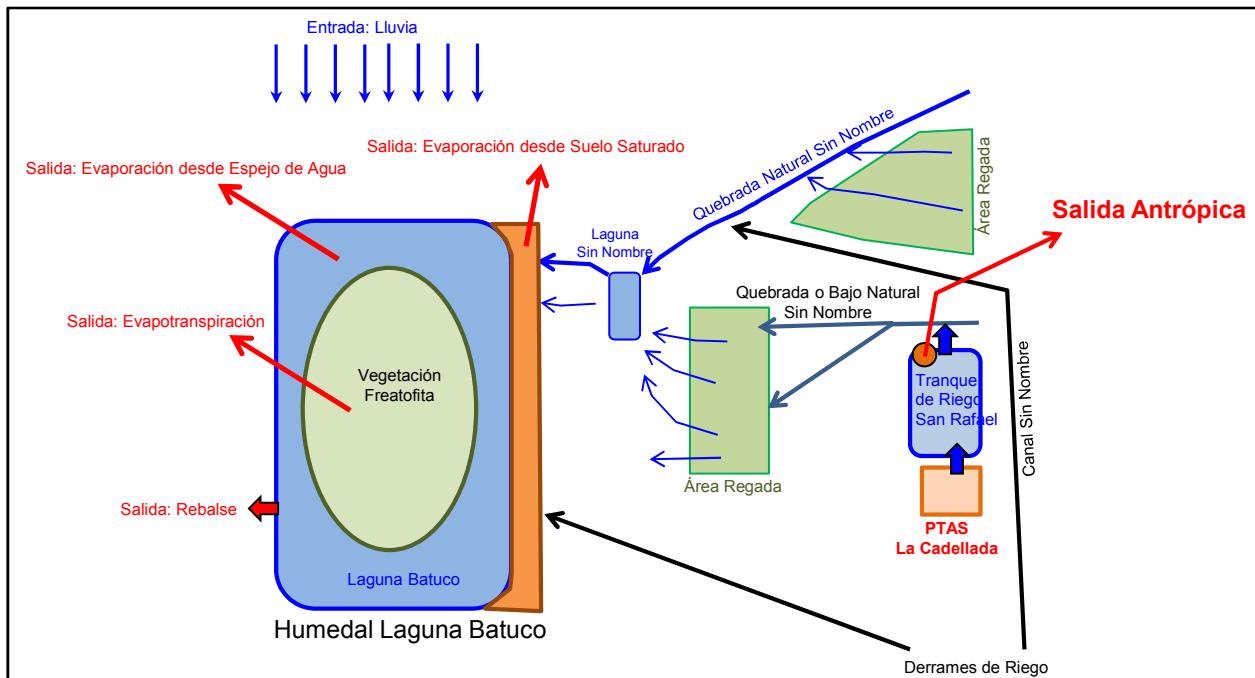


Figura N°3.4: Modelo Conceptual de Funcionamiento Hídrico Histórico del sistema Humedal Laguna Batuco, en el período mayo-junio del año 2018 hasta enero 2021

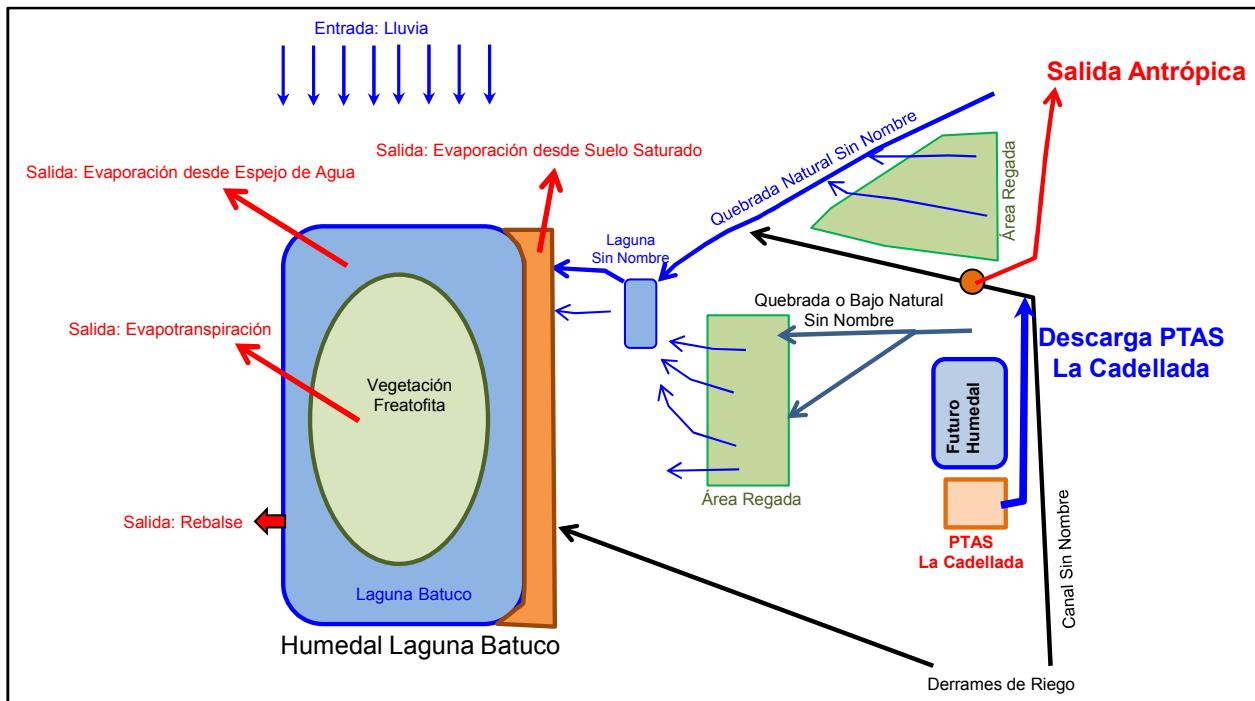


Figura N°3.5: Modelo Conceptual de Funcionamiento Hídrico Previsto del sistema Humedal Laguna Batuco, si las descargas de la PTAS se hubiesen efectuado directamente en el cauce del estero Sin Nombre, a partir de mayo-junio del año 2018.

3.2 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE EFECTOS

Conocido como funciona el sistema hídrico del humedal Laguna Batuco, la metodología de evaluación de efectos consiste en reproducir las condiciones históricas con base en mediciones y datos existentes. Lograda la reproducción de las condiciones históricas con el Modelo Conceptual de Funcionamiento Hídrico Histórico (**Figura N°3.4**), se calibran los parámetros del modelo y ellos se aplican y se simula el funcionamiento del sistema con el Modelo Conceptual de Funcionamiento Hídrico Previsto o de Pronóstico (**Figura N°3.5**).

Logrado lo anterior, se tienen 3 conjuntos de resultados para las evaluaciones de (a) superficie total inundada en el humedal Laguna batuco, (b) superficie del espejo de agua de la laguna de Batuco y (b) superficie de vegetación en la laguna. Los 3 conjuntos de resultados corresponden a:

- 1) Mediciones históricas efectuadas en imágenes satelitales.
- 2) Evaluaciones con la operación y calibración del Modelo de Funcionamiento Hídrico Histórico, y
- 3) Evaluaciones con la operación y calibración del Modelo de Pronóstico del Funcionamiento Hídrico (si las aguas de La Cadellada hubiesen descargado en el estero Sin Nombre en la fecha que correspondía).

Al comparar los resultados de 2) con 1) se obtiene una evaluación del nivel de incertidumbre de los resultados del modelo que está siendo aplicado.

Al comparar los resultados de 3) con 2) se puede evaluar los efectos de no haber efectuado oportunamente la descarga de las aguas efluentes de la PTAS en el estero Sin Nombre; efectos en la superficie del espejo de agua y en la conservación de las especies vegetales.

3.3 DATOS DISPONIBLES

A continuación se identifican los datos (mediciones) disponibles para efectuar las evaluaciones propuestas.

3.3.1 Imágenes Satelitales.

Con el objetivo de calcular las áreas de interés en el Humedal Laguna Batuco en períodos estivales (sin o con muy poca lluvia, lo cual se presenta en el período octubre del año a marzo del año siguiente), se utilizan imágenes de libre acceso (<https://eos.com/landviewer>) de los satélites Landsat 7 y 8.

En **Anexo A** se presentan las imágenes utilizadas y el cálculo de las áreas, explicando la metodología utilizada para ese cálculo:

- Área con presencia de agua (en há),
- Área de vegetación en la laguna (en há), y
- Área de espejos de agua (lagunas, en há).

El cálculo de las áreas se efectúa para el período enero 2017 a abril 2021.

No obstante, el cálculo de los balances hídricos utilizando las imágenes satelitales se efectúa en el **período octubre a marzo del año siguiente** (período estival), desde el año 2017 al año 2021. Ese período de meses ha sido seleccionado considerando que:

- a) En septiembre de cada año, al término del período de lluvias, la laguna se encuentra a plena capacidad. De acuerdo al Balance Hídrico efectuado por Mellado (2008) para el año 2006, en plenitud el volumen de agua almacenada en el Humedal Laguna Batuco es de aproximadamente 956.000 metros cúbicos (**Tabla N°3.1**). Considerando que no se cuenta con batimetría de la laguna, el volumen propuesto por Mellado (2008) es utilizado como volumen inicial para todas las simulaciones del período octubre a marzo (no existe otro antecedente del volumen de agua almacenada a plena capacidad).

Tabla N°3.1: Reproducción del Balance Hídrico efectuado por Mellado (2008) para el año 2006

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Entradas (m ³ /mes)	Pp	0	0	0	1,854	12,979	147,955	321,620	82,692	2,967	145,483	2,348	0
	Escoorrentía	0	0	0	25,130	175,911	2,005,383	4,359,238	1,120,803	40,208	1,971,877	31,831	0
	Riego	62,482	56,435	62,482	60,466	62,482	0	0	0	60,466	62,482	60,466	62,482
	PTAS	332,122	321,754	324,086	300,672	342,835	355,104	372,298	366,941	368,064	409,795	386,208	391,046
Salidas (m ³ /mes)	ET	205,357	188,410	147,039	102,735	78,679	68,700	65,794	85,731	127,985	140,275	137,071	177,444
	Evap.	520,967	384,077	385,300	222,875	114,375	56,290	91,532	129,059	204,357	294,747	396,464	476,849
Almacenamiento (m ³ /mes)	Vol	656,839	582,094	507,350	432,606	537,248	641,890	746,532	851,173	955,815	881,071	806,327	731,583
	S	0	-74,744	-74,744	-74,744	104,642	104,642	104,642	104,642	104,642	-74,744	-74,744	-74,744
Balance (m ³ /mes)	Rebalse	(1)	(1)	(1)	(1)	296,511	2,278,811	4,791,188	1,251,004	214,107	2,229,359	22,064	(2)

Nota:

(1): resultado omitido, menor a cero.

(2): cálculo omitido por falta de información

- b) De octubre a marzo la laguna reduce su tamaño, por presentar almacenamiento (S) negativo (salidas mayores a las entradas) (**Tabla N°3.1**)

3.3.2 Precipitación.

Las estaciones que disponen información en línea hasta abril del año 2021 en el área en estudio, corresponden a:

- Colina (Cód. 330164) de la DMC, y
- Colina (Reg.) (Cód. 330162) de la DMC.

En **Anexo A** se presentan dichos registros

3.3.3 Tasas de Evaporación.

No se cuenta con información de evaporación hasta abril 2021 en el área en estudio. Por lo anterior se utiliza en los cálculos los valores promedios mensuales entre los años 2006 a 2009 (son años completos) registrados en la estación Colina de la DMC (**Tabla N°3.2**)

Tabla N°3.2. Mediciones de evaporación en la estación Colina de la DMC

Estación:	EVAPORACION MENSUAL (mm/mes) en EVAPORÍMETRO TIPO A												
	COLINA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Año													
2005	.	.	156,6	104,1	49,7	19,6	24,6	39,8	64,7	141,3	228,6	270,4	
2006	284,5	205,1	182,2	110,2	57,5	19,9	21,7	32,4	76,4	122,3	198,3	263,2	
2007	290,2	222,5	179,8	94,9	64,1	25,0	20,3	30,6	80,3	199,0	273,9	306,4	
2008	333,8	257,2	199,1	122,3	62,0	37,8	45,6	40,4	74,4	161,1	236,6	285,6	
2009	282,2	247,6	201,6	107,2	40,3	24,0	41,4	55,3	75,7	150,5	198,5	298,8	
2010	320,7	238,2	192,0	.	45,3	29,4	31,4	58,1	.	176,3	259,0	.	
2011	.	.	.	.	49,7	29,8	38,8	44,7	87,3	112,4	141,4	159,4	
2012	.	0,0	0,0	0,0	25,6	24,4	33,9	37,5	57,1	85,2	117,5	127,6	
2013	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2014	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2015	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2016	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2017	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2018	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2019	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2020	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PROMEDIO (2006-2009) años completos	297,7	233,1	190,7	108,7	56,0	26,7	32,3	39,7	76,7	158,2	226,8	288,5	

3.3.4 Caudal Promedio Mensual de Aguas Tratadas Descargadas por La Cadellada.

En **Anexo B** se presentan los caudales promedio mensuales descargados por la PTAS La Cadellada.

Desde enero 2017 a agosto 2019 corresponden a datos informados por la SISS: Respuesta Folio AM011T0002740 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (Solicitud de información recibida por la SISS con fecha 12.09.2019) y Respuesta Folio AM011T0002762 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (Solicitud de información recibida, por la SISS, con fecha 24.09.2019).

Desde septiembre 2019 a mayo 2021 corresponden a datos informados por Sacyr a GP Consultores Ltda. (vía correos electrónicos).

3.3.5 Aprovechamiento de Aguas Superficiales en el Área del Dominio.

3.3.5.1 Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales en el Estero Sin Nombre

De acuerdo a lo informado por la DGA en su Informe Técnico N°97 (DGA-RMS) de fecha 19 octubre 2018 (incluido en **Anexo C**), existe un derecho de aprovechamiento de aguas superficiales en el estero Sin Nombre, aproximadamente a 100 metros aguas abajo del punto donde debe descargar sus aguas La Cadellada a ese estero Sin Nombre.

En **Anexo C** se incluyen los antecedentes de ese derecho de aprovechamiento consuntivo de aguas superficiales de ejercicio permanente y continuo por 3.000.000 metros cúbicos anuales. No se especifica distribución mensual. Por lo anterior, se puede asumir 2 posibles distribuciones mensuales (**Tabla N°3.3**). De ellas, se selecciona la Alt.2 para el presente informe (aprovechamiento de aguas durante todo el año).

Tabla N°3.3. Distribuciones mensuales posibles del Derecho existente en el Estero Sin Nombre

Mes	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	m3 al año	Derecho de Aprov. Consuntivo (m3/año)
Días en mes	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30		
Alt.1 (m3/mes)	0	0	0	438.679	424.528	438.679	438.679	396.226	438.679	424.528	0	0	2.999.998	3.000.000
Alt.2 (m3/mes)	254.795	254.795	246.575	254.795	246.575	254.795	254.795	230.137	254.795	246.575	254.795	246.575	3.000.002	3.000.000

3.3.5.2 Aprovechamiento de Aguas Directamente desde el Tranque San Rafael

En el período que la SMA solicita analizar, entre la descarga de la PTAS (efectuada al tranque San Rafael) y la Laguna Batuco, ha existido un aprovechamiento de aguas superficiales, aguas que han sido extraídas del tranque.

No existen registros/mediciones del caudal extraído/aprovechado directamente desde el Tranque San Rafael.

No obstante lo anterior y considerando que quienes trajeron las aguas directamente desde el tranque son los mismos propietarios del derecho de aprovechamiento en el Estero Sin Nombre, en el presente informe se asume que lo extraído es igual al derecho de aprovechamiento en el estero (3.000.000 metros cúbicos al año, Alt.2 de **Tabla N°3.3**).

3.4 EVALUACIONES HIDROLÓGICAS

3.4.1 Evaporación desde Lagunas (desde espejos de agua libre).

La Evaporación es calculada con base en mediciones del área del espejo de agua obtenidas en imágenes satelitales (Landsat, imágenes públicas) y con mediciones de evaporación en tanques evaporimétricos (evaporímetros de la red de medición DMC), incluyendo el factor de tanque (0,7). Se utiliza la misma relación utilizada por Mellado (2008).

$$Q_{EVAP} = T_{EVAP} * A_{cv} * f_T * f_{int} + T_{EVAP} * A_{sv}$$

Donde:

Q_{EVAP} :

Caudal evaporado (m³/mes)

T_{EVAP} :

Tasa de evaporación (m/mes)

A_{cv} :

Área con vegetación (m²)

f_T :

Porcentaje de agua en 1 m² de totora. Para la especie en estudio, se considera que, en 1m², el 74% del espacio superficial es ocupado por agua

f_{int} :

Factor de intercepción de evaporación (%). Para este caso y dada la densidad vegetacional, se considera que un 40% de la evaporación es interceptado por la vegetación.

A_{sv} :

Área sin vegetación (m²)

3.4.2 Evaporación desde Vegetación (Evapotranspiración).

La Evapotranspiración de la vegetación del humedal (ET) es calculada con base en mediciones de coberturas de áreas de vegetación (A_{cv}) en imágenes satelitales y con mediciones de un cultivo de referencia (Comisión Nacional de Riego, 1997, en Mellado 2008).

Entonces,

$$ET \text{ (m}^3/\text{mes)} = ET_0 \text{ (mm/mes)} \times K_0 \div 1.000 \times A_{cv} \text{ (há)} \times 100.000$$

Donde,

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
ET_0	98,5	137,5	178	206	189	147,5
K_0	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

3.4.3 Evaporación desde Suelo Saturado.

También se evapora el agua que ha quedado en el suelo saturado (Ass) después que la laguna ha disminuido su superficie. Es evaluada de igual forma que la evaporación desde superficie de agua libre ($T_{EVAP} \times Ass$), pero multiplicada por un factor $K \leq 1$

3.4.4 Escorrentía Directa por Precipitación en el Área Drenante a la Laguna.

El aporte de las lluvias es calculado con base en las mediciones de la red de medición de la DMC, y considerando las áreas de laguna (Q_{Pp} : precipitación directa) y cuenca aportante (Q_{ED} : escorrentía directa).

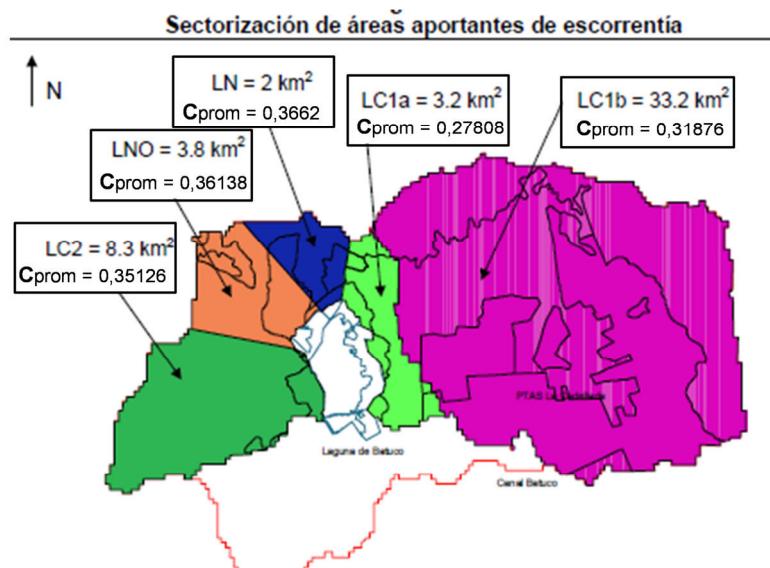
La escorrentía directa (ED) proveniente de la cuenca aportante es evaluada como:

$$Q_{ED} = C * i * A$$

Donde:

- Q_{ED} : Caudal de escorrentía (m^3/mes)
- C: Coeficiente de escorrentía ($0 < C < 1$). Depende del tipo de cobertura del suelo.
- i: Intensidad de la lluvia (m/mes)
- A: Área de la cuenca aportante (m^2)

Mellado (2008) evalúa $C \times A$ con la siguiente sectorización del área aportante:



Con base en lo anterior, Mellado (2008) propone:

$$C \times A = 16.493.790 (m^2)$$

Entonces, la ED mensual (m^3/mes) es evaluada como:

$$ED \text{ (m}^3/\text{mes)} = 16.493.790 \text{ (m}^2\text{)} \times \text{Precipitación Mes (mm/mes)} \div 1000$$

El aporte por precipitación directa sobre la laguna (Q_{Pp}) es calculada como (Mellado, 2008):

$$Q_{Pp} = Pp * A_{sv} + Pp * A_{ov} * i$$

Donde:

Q_{Pp} : Caudal aportado por precipitación (m^3/mes)

Pp : Precipitación mensual (m/mes)

A_{sv} : Área de Laguna con superficie libre (m^2)

A_{ov} : Área de Laguna cubierta por vegetación (m^2)

i : Factor de intercepción de la vegetación = 0,8 (de acuerdo con bibliografía)

3.4.5 Derrames Excedentes de Riego.

Para evaluar los excedentes de los sistemas de regadío de los predios colindantes, son utilizados los mismos valores propuestos por Mellado (2008); es decir, los derrames del Canal Batuco son evaluados en 23,328 L/s entre septiembre y mayo.

Entonces a nivel mensual, los excedentes de riego (m^3/mes) son los siguientes:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Riego (m^3/mes)
62482	56435	62482	60466	62482	0	0	0	60466	62482	60466	62482	

3.4.6 Rebalses desde la Laguna.

Se considera que se produce rebalse de aguas de la laguna cuando el volumen de agua en la laguna supere un determinado volumen máximo. En la Tesis U. de Chile de Mellado (2008) se evaluó dicho volumen máximo en 956.000 metros cúbicos de agua, por lo tanto se usa este valor. No obstante, en dicho volumen no se restó el volumen ocupado por la vegetación hidrófila (totora), volumen que es relevante cuando desciende el nivel de las aguas y el suelo donde está la totora queda expuesto al aire, disminuyendo el volumen de agua pero continúa la laguna vertiendo agua por rebalse. Este rebalse también se considera calibrando una curva de rebalse de acuerdo a la variación de área observada en las imágenes satelitales.

4. RESULTADOS

4.1 MEDICIONES EN IMÁGENES SATELITALES

4.1.1 Área con Vegetación.

En **Anexo A** se presenta metodología de procesamiento y cálculo de áreas en 28 imágenes satelitales. En **Figura N°4.1** se presenta el área total calculada (valores en **Tabla A.1 de Anexo A**) con vegetación en el sector humedal Laguna Batuco, en el período de enero 2017 a abril 2021. Se observa:

- Área promedio (aritmético) con vegetación = 162 hectáreas,
- Desviación Estándar = 5 hectáreas

Se destaca en la figura el período enero-abril del año 2021, período en el cual la PTAS realiza una descarga provisoria de aguas de La Cadellada al estero Sin Nombre (ver caudales descarga en **Anexo B**). Cabe señalar que en ese período estaba en construcción la captación del derecho de aprovechamiento constituido en el estero (ver **Figuras N°3.1 a 3.3**); por ende, el agua descargada en forma provisoria al estero escurrió (en ese período) íntegramente hacia el Humedal Laguna Batuco.

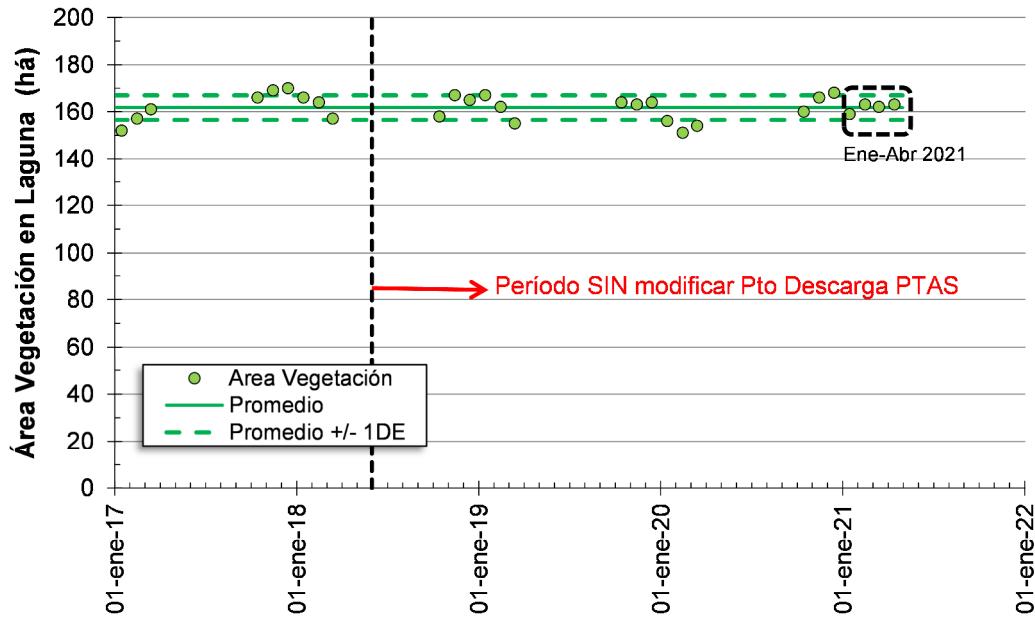


Figura N°4.1: Mediciones del área total de vegetación en la Laguna Batuco. Fuente: Datos en **Anexo A**.

4.1.2 Área Laguna (espejo de agua libre).

En **Figura N°4.2** se presenta el área total (metodología de procesamiento de imágenes satelitales en **Anexo A** y valores calculados en **Tabla A.1 de Anexo A**) de la Laguna Batuco (superficie de agua libre), en el período de enero 2017 a abril 2021. Se observa que el área máxima del espejo de agua de la laguna, en los meses de octubre en el período de análisis, varió entre 98 y 139 hectáreas, presentando sus mayores superficies en octubre de los años 2018 y 2017.

Se destaca en la figura el período enero-abril del año 2021, período en el cual la PTAS realiza descargas provisorias de aguas de La Cadellada al estero Sin Nombre (ver caudales descargados en **Anexo B**). Se observa que con la descarga de ese caudal provisario y que no fue extraído para riego, mantuvo bastante constante el área de la laguna Batuco (en aproximadamente 58 há), área bastante similar al promedio histórico medido (59 hectáreas en el período enero 2017 – abril 2021).

Cabe señalar que en el período enero-abril 2021, estaba en construcción la captación del derecho de aprovechamiento constituido en el estero (**Figuras N°3.1 a N°3.3**); por ende, el agua descargada en forma provisoria al estero escurrió (en ese período) íntegramente hacia el Humedal Laguna Batuco.

Los caudales promedios diarios descargados en forma provisoria por La Cadellada al Estero Sin Nombre en el período 24 enero 2021 al 31 mayo 2021 fue de aproximadamente 100 L/s (**Anexo B**).

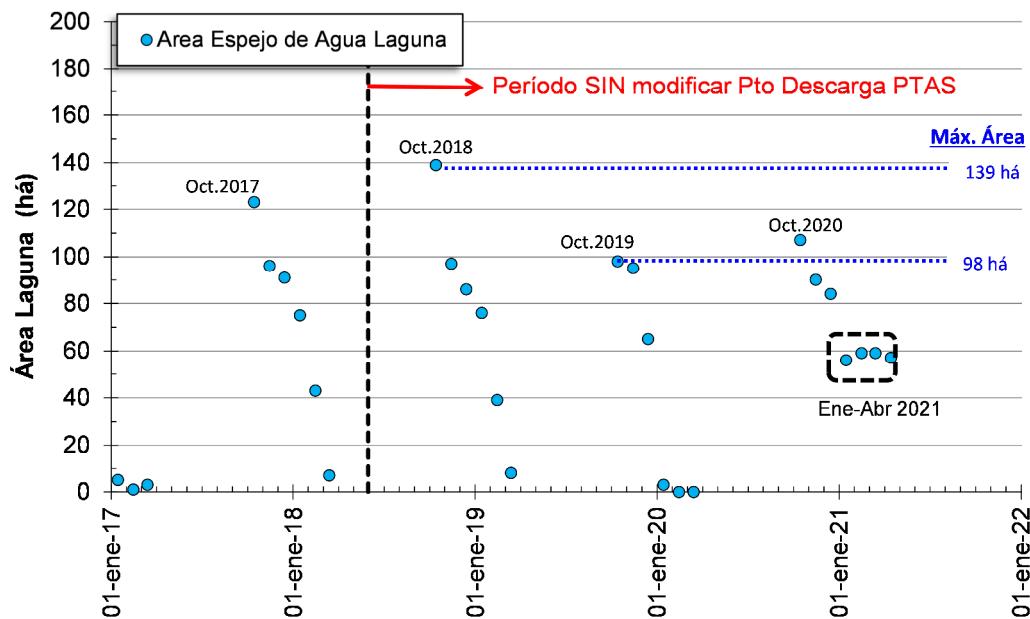


Figura N°4.2: Mediciones del área de la Laguna Batuco (espejo de agua), en períodos de Octubre a Marzo del año siguiente. Fuente: Datos en **Anexo A**.

4.1.3 Área Total Inundada con Agua.

En **Figura N°4.3** se presenta el área total con presencia de agua en el Humedal Laguna Batuco, en el período de enero 2017 a abril 2021 (**Anexo A**). Se observa que varía desde un máximo, en octubre de cada año, y se reduce hasta alcanzar un mínimo habitualmente en marzo del año siguiente. El área máxima con presencia de agua en octubre de cada año, varía entre 295 y 260 hectáreas, presentando los mayores valores en los años 2018 y 2017. Cabe recordar, para comparación, que el fallo de la Corte Suprema (7 agosto 2019) indica que en plenitud el área con presencia de agua alcanza una superficie aproximada de 250 hectáreas.

Se destaca en la figura el período enero-abril del año 2021, período en el cual la PTAS realiza una descarga provisoria de aguas de La Cadellada al estero Sin Nombre (ver caudales descargados en **Anexo B**). En ese período (enero-abril 2021) estaba en construcción la captación del derecho de aprovechamiento constituido en el estero; por ende, el agua descargada en forma provisoria por La Cadellada al estero escurrió íntegramente hacia el Humedal Laguna Batuco. Ese caudal (aproximadamente 100 L/s) logró que se estabilizara el área total con presencia de agua en el humedal, en aproximadamente 210 há en el período febrero-abril 2021.

Si no hubiese existido ese caudal de aguas (100 L/s) ingresando al humedal (es decir, si hubiese sido extraído para riego), el área con presencia de agua se hubiera reducido, tal como se observa en los años anteriores.

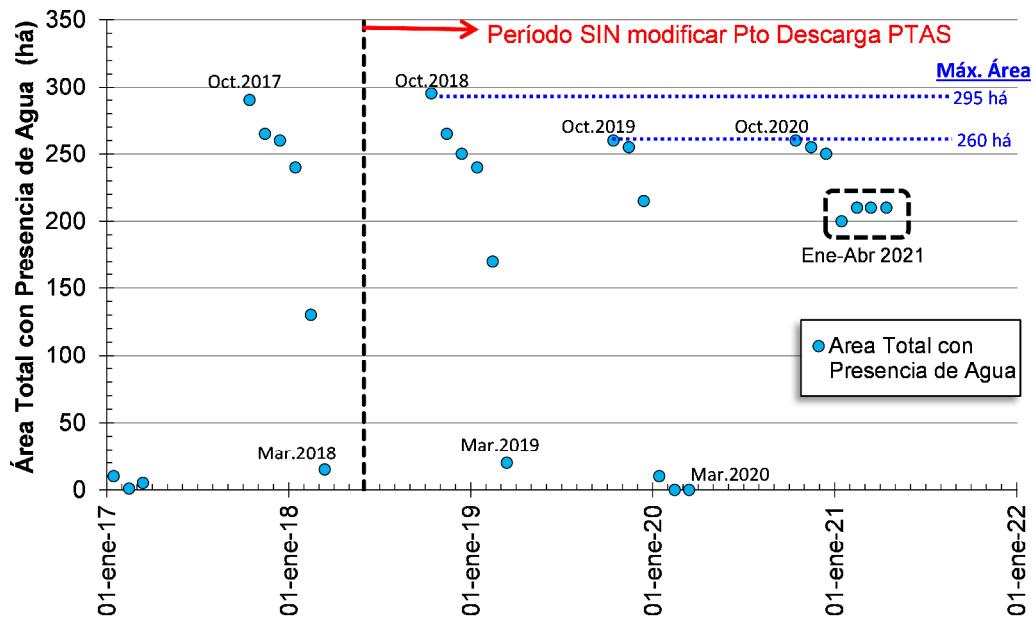


Figura N°4.3: Mediciones del área total con presencia de agua en el humedal Laguna Batuco, en períodos de Octubre a Marzo del año siguiente. Fuente: Datos en **Anexo A**.

En **Figura N°4.4** se grafican las mediciones del área total con presencia de agua en el humedal versus el área de la laguna (espejo de agua libre), ambos tipos de áreas medidas en imágenes satelitales (metodología de cálculo y valores obtenidos se incluyen en **Anexo A**). Se observa que están relacionadas pero que dicha relación no presenta una única tendencia.

AREA TOTAL INUNDADA (At) en ha		ÁREA LAGUNA (espejo de agua) (Al) en ha	Ajuste R^2
DESDE	HASTA		
0	211	$AI = 0,2647 \times At + 1,4978$	0,971
211	260	$AI = 0,0049 \times At^2 - 1,5838 \times At + 176,08$	0,967

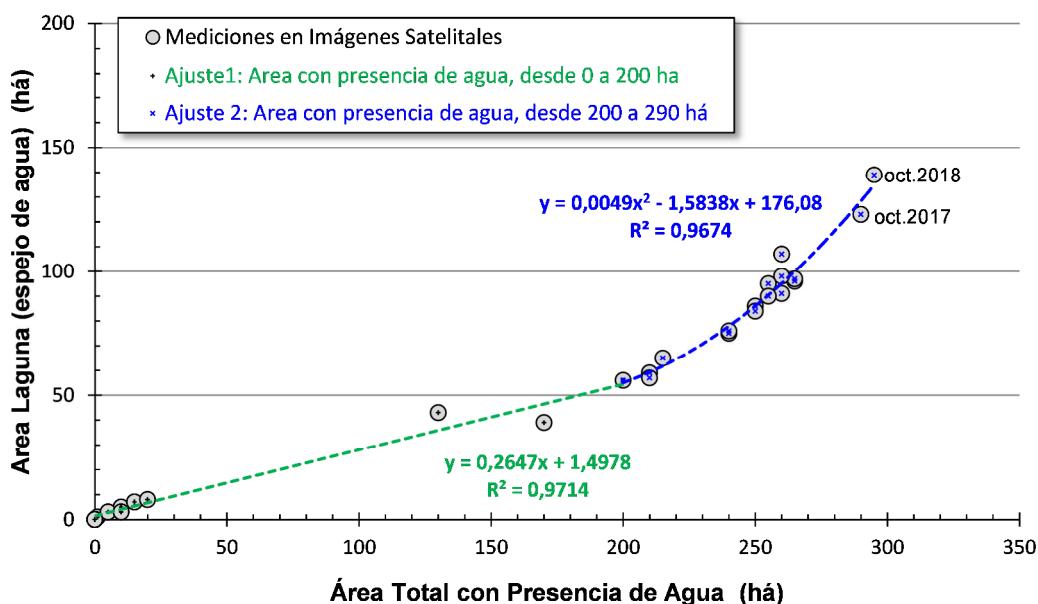


Figura N°4.4: Relaciones entre el área del espejo de agua libre (laguna) en función del área total con presencia de agua en el humedal. Fuente: Mediciones en imágenes satelitales, datos en **Anexo A**.

4.1.4 Resumen Mediciones de Áreas en Imágenes Satelitales.

Áreas de imágenes satelitales 2017-2018 (ha)						
MES:	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18
Inundado con Agua	290	265	260	240	130	15
Vegetación	166	169	170	166	164	167
Espejo de Agua	123	96	91	75	43	7
Vegetación Sat.	167	169	169	165	87	8
Vegetación No Sat.	0	0	1	1	77	159
Area Suelo Húmedo (ha)	0	0	0	0	67	108
Fecha Imagen Satelital:	24-oct-17	25-nov-17	11-dic-17	12-ene-18	13-feb-18	17-mar-18

Notas:

Área Suelo Húmedo (mes "i") = Inundado (mes "i-1") – Inundado (mes "i") – Espejo de Agua (mes "i"): <estimación>
Vegetación No Sat. = Vegetación – Vegetación Sat.: <estimación>

Áreas de imágenes satelitales 2018-2019 (ha)						
MES:	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19
Inundado con Agua	295	265	250	240	170	20
Vegetación	158	167	165	167	162	155
Espejo de Agua	139	97	86	76	39	8
Vegetación Sat.	156	168	164	164	131	12
Vegetación No Sat.	2	0	1	3	31	143
Suelo Húmedo	0	0	0	0	31	142
Fecha Imagen Satelital:	19-oct-18	28-nov-18	30-dic-18	15-ene-19	24-feb-19	20-mar-19

Áreas de imágenes satelitales 2019-2020 (ha)						
MES:	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20
Inundado con Agua	260	255	215	10	0	0
Vegetación	164	163	164	156	151	154
Espejo de Agua	98	95	65	3	0	0
Vegetación Sat.	162	160	150	7	0	0
Vegetación No Sat.	2	3	14	149	151	154
Suelo Húmedo	0	0	0	202	10	0
Fecha Imagen Satelital:	06-oct-19	07-nov-19	09-dic-19	26-ene-20	27-feb-20	30-mar-20

Áreas de imágenes satelitales 2020-2021 (ha)						
MES:	24-oct-20	25-nov-20	11-dic-20	28-ene-21	21-feb-21	01-mar-21
Inundado con Agua	260	255	250	200	210	210
Vegetación	160	166	168	159	163	162
Espejo de Agua	107	90	84	56	59	59
Vegetación Sat.	153	165	166	144	151	151
Vegetación No Sat.	7	1	2	15	12	11
Suelo Húmedo	0	0	0	0	0	0
Fecha Imagen Satelital:	24-oct-20	25-nov-20	11-dic-20	28-ene-21	21-feb-21	01-mar-21

Notas:

Área Suelo Húmedo (mes "i") = Inundado (mes "i-1") – Inundado (mes "i") – Espejo de Agua (mes "i"): <estimación>

Vegetación No Sat. = Vegetación – Vegetación Sat.: <estimación>

4.2 MODELACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HÍDRICO HISTÓRICO

4.2.1 Balance Hídrico en el Período CON Mediciones Históricas.

Con el modelo conceptual presentado en **Figura N°3.4** de **numeral 3.1**, se reproducen las condiciones históricas medidas.

El ajuste se logra con el conjunto de parámetros de calibración presentado en **Tabla N°4.1**.

Tabla N°4.1: Parámetros de Calibración del Balance Hídrico en el Período Histórico con Mediciones

		PERÍODO ESTIVAL			
		Oct/2020-Mar/2021	Oct/2019-Mar/2020	Oct/2018-Mar/2019	Oct/2017-Mar/2018
Reproduce Condición Histórica	Factor Uso Derechos Jara:	1	1	0,9	0,5
	Factor Evap Suelo Saturado	0,60	0,60	0,60	0,60
	L/s pérdidas trayecto:	15	15	15	15
	% pérdidas estero	0,10	Sin Descarga a Estero		
	Factor reduce Derrames de Riego de Mellado (2008)	0,5	0,5	0,5	0,5
	Factor reduce Escorrentía Directa de Mellado (2008)	0,5	0,5	0,5	0,5

Los parámetros de calibración utilizados corresponden a:

Factor Uso Derechos Jara. Como no es conocido el real valor del volumen de aguas de aprovechamiento antrópico, surge este parámetro. Corresponde a un valor que multiplica el volumen mensual de aprovechamiento de aguas correspondiente al derecho existente y que ha sido presentado en el **numeral 3.3.5, Tabla N°3.3 (Alt.2)**.

Factor Evap. Suelo Saturado. Corresponde a un parámetro utilizado para evaluar la evaporación desde la superficie de suelo húmedo remanente de la reducción del espejo de agua. Es un parámetro (≤ 1), que reduce la evaporación al evaluarla como si esa área (área de suelo saturado o húmedo) correspondiese a superficie de agua libre.

Pérdidas en trayecto (en L/s). Corresponde a una evaluación de las pérdidas de agua (parámetro de calibración, en L/s) que se producen en el trayecto entre el Tranque San Rafael y la Laguna Batuco. Es aplicado reduciendo el volumen de agua remanente después de la extracción antrópica.

$$\text{Afluente Laguna} = (\text{Producción PTAS}) - (\text{Extracción Antrópica}) - (\text{Pérdidas en trayecto})$$

Nota: (Producción PTAS) corresponde al volumen total de aguas descargada por la PTAS, al Tranque San Rafael (situación histórica) y al Estero Sin Nombre.

Pérdidas en Estero Sin Nombre (%). Corresponde a una evaluación de las pérdidas de agua que se producen en el trayecto por el Estero Sin Nombre y la Laguna Batuco. Es evaluado como un porcentaje del volumen de agua de la PTAS que es descargado al Estero Sin Nombre (en la tabla está expresado en formato decimal)

Factor reduce Derrames de Riego de Mellado (2008). Los derrames de riego fueron evaluados para el año 2006 por Mellado (2008). Para actualizarlos al período de análisis surge este

parámetro, el cual multiplica (reduce) los valores presentados en el **numeral 3.4.5** (excedentes de riego).

Factor reduce Escorrentía Directa de Mellado (2008). Este parámetro multiplica la Escorrentía Directa por Precipitación en el Área Drenante a la Laguna evaluada por Mellado (2008), correspondiente al año 2006 y presentada en el **numeral 3.4.4.**

Utilizando los parámetros de calibración de **Tabla N°4.1**, en **Tablas N°4.2 a N°4.5** se presentan los Balances Hídricos resultantes para el período histórico analizado.

Con los resultados obtenidos se identifican relaciones para evaluar, en función del volumen total de agua, el área inundada total y el área de la laguna (área del espejo de agua):

a) Área Total Inundada en el Humedal.

En **Figura N°4.5** se presenta la relación encontrada para identificar el Área Total de la Superficie Inundada en el Humedal en función del Volumen Total de Agua en el humedal. El Volumen es resultante del balance hídrico efectuado (volumen a fin del mes) y el Área corresponde a lo medido en las imágenes satelitales para el mes correspondiente.

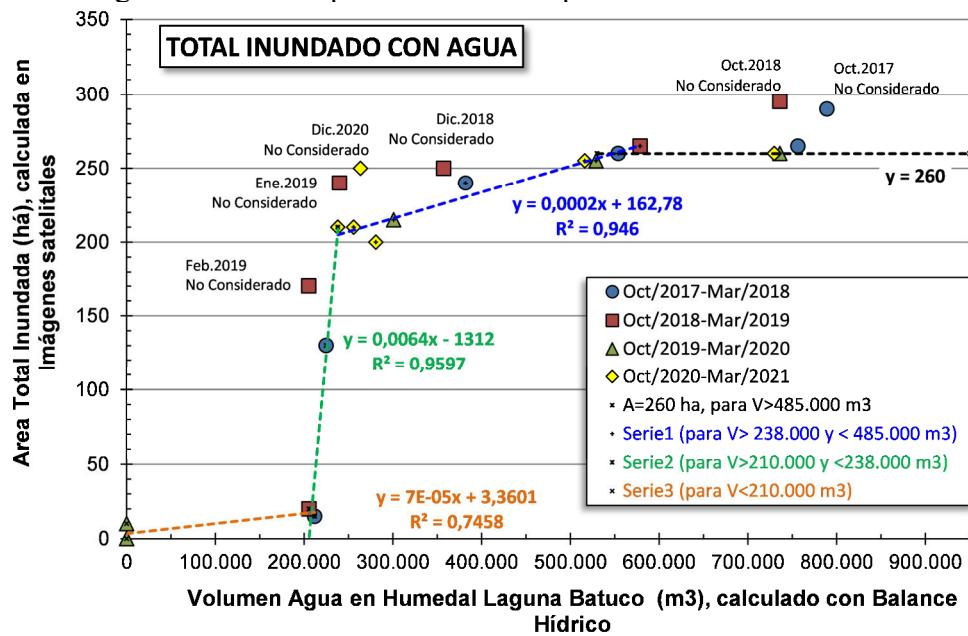


Figura N°4.5: Relación entre el Área Total Inundada en el Humedal (área medida en imágenes satelitales) en función del Volumen Total de Agua en el Humedal (volumen calculado a fin de mes con el Balance Hídrico efectuado en el período histórico). Fuente: Elaboración propia.

Los ajustes de los datos presentados en **Figura N°4.5** quedan expresados con las siguientes relaciones:

Volumen Total Agua (V en m3) obtenido de Balance Hídrico		Área Total Inundada (A en há medida en imágenes satelitales) en función de V (del BH efectuado)	Ajuste R ²
DESDE	HASTA		
0	210.000	$A = 7E-5 \times V + 3,36$	0,746
210.000	238.000	$A = 0,0064 \times V - 1312$	0,96
238.000	485.000	$A = 0,0002 \times V + 162,78$	0,946
485.000	956.000	$A = 260$	-

De lo anterior (**Figura N°4.5**) destaca que el área total máxima inundada en el humedal Laguna de Batuco es evaluada en aproximadamente 260 há, valor similar a las 250 há (diferencia de un 4%) establecida como un hecho en el fallo de la Corte Suprema del 7 agosto 2019.

Se observa además que se escapa de las relaciones anteriores el período Oct.2018 – Feb.2019, presentando área inundadas mayores al volumen de agua evaluado con el balance hídrico. Lo anterior se produce porque todas las simulaciones se iniciaron con un volumen igual a 956.000 m³ en octubre (volumen inicial para el cálculo del balance hídrico). Probablemente el volumen de agua en Oct.2018 fue mayor que el estimado como condición inicial; de hecho, en **Figura N°4.3** se observa que el área total inundada en octubre del año 2018 es la mayor de todo el período de análisis, lo que confirma que el volumen inicial en ese período debe haber sido mayor al utilizado en el balance hídrico. Sin embargo, al no contar con una batimetría del humedal Laguna Batuco, ese volumen no es un dato que pueda ser utilizado directamente.

b) Área de la Laguna (área del espejo de agua)

Evaluada el Área Inundada Total (área con presencia de agua) y con las relaciones obtenidas con las imágenes satelitales y graficadas en **Figura N°4.4**, se obtiene el Área de la Laguna (área del espejo de agua).

Utilizando las relaciones anteriores (**Figura N°4.5** y **Figura N°4.4**), en **Figura N°4.6** se presenta el cálculo del área del espejo de agua de la laguna en función del volumen de agua almacenado en el humedal según los balances hídricos efectuados. Se observa que de las relaciones encontradas, nuevamente se escapa el período Oct.2018 – Ene 2019. Lo anterior está asociado al volumen inicial de agua con el cual se inició el cálculo del balance hídrico (se consideró igual valor para todos los comienzos de las simulaciones –Octubre de cada año–).

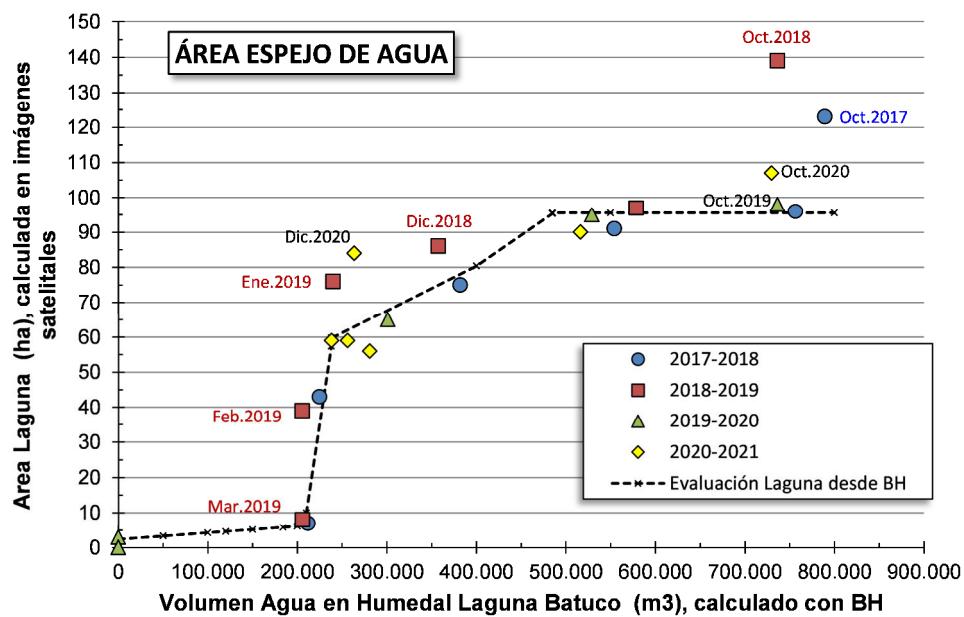


Figura N°4.6: Relación entre el área del espejo de agua libre (laguna fuera de la vegetación, medido en imágenes satelitales) en función del Volumen Total de Agua en el Humedal evaluado con el Balance Hídrico efectuado.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°4.2: Balance Hídrico del Humedal Laguna Batuco. Período Octubre 2017 a Marzo 2018

Mes-Año	VOLUMEN INICIO MES (M3)	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)									TOTAL ENTRADAS a Laguna
		Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes) sobre humedal	Esorrentia Directa (m3/mes) cuenca aportante	Derrames de Riego (m3/mes)	Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco (m3/mes)	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción	Pérdidas agua en trayecto a Laguna	
oct-17	956.000	67,0	171.386	552.542	31.241	523.453	0	691.027	219.340	40.176	1.278.622
nov-17	789.131	0,0	0	0	30.233	509.160	0	671.328	212.264	38.880	539.393
dic-17	756.480	0,0	0	0	31.241	408.282	0	575.856	219.340	40.176	439.523
ene-18	554.023	0,0	0	0	31.241	402.925	0	570.499	219.340	40.176	434.166
feb-18	381.998	0,0	0	0	28.218	255.069	0	406.426	198.113	36.288	283.286
mar-18	224.737	0,0	0	0	31.241	298.468	0	466.042	219.340	40.176	329.708
oct-17 a mar-18		TOTAL (M3)	171.386	552.542	183.414	2.397.357	Cálculos intermedios				3.304.699

Notas:

Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco = Descarga PTAS - Extracción Antrópica - Pérdidas de agua en trayecto a Laguna

Descarga PTAS = Volumen producción PTAS = Descarga PTAS a Estero S/Nombre + Descarga PTAS a Tranque San Rafael

Área Vegetación Total: Área medida en imágenes satelitales

Área espejo de Agua: Evaluada con fórmula de Figura N°4.4

Área Vegetación Saturada = Área Inundada total - Área Espejo de Agua Laguna

En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales

Mes-Año	SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)									TOTAL SALIDAS (m3) desde Humedal Laguna Batuco	VOLUMEN FIN MES (M3)	Fecha Imagen Satelital
	Área (há) Vegetación Total en Humedal	Área Inundada Total (ha)	Área (há) Suelo Húmedo	ET (m3/mes) Vegetación	Área (há) Espejo de Agua	Área (há) Vegetación Inundada	Evap. (m3/mes) Desde Superficies de Agua	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse)	REBALSE (m3/mes)			
oct-17	166	290	0	147.159	123	167	217.830	364.989	1.080.502	1.445.491	789.131	24-oct-17
nov-17	169	265	0	139.425	96	169	271.537	410.962	161.082	572.044	756.480	25-nov-17
dic-17	170	260	0	181.560	91	169	336.206	517.766	124.214	641.980	554.023	11-dic-17
ene-18	166	240	0	205.176	75	165	309.884	515.060	91.130	606.191	381.998	12-ene-18
feb-18	164	130	67	185.976	43	87	254.571	440.547	0	440.547	224.737	13-feb-18
mar-18	167	15	108	147.795	7	8	194.826	342.621	0	342.621	211.825	17-mar-18
oct-17 a mar-18	TOTAL (M3)			1.007.091			1.584.855		1.456.928	4.048.874		

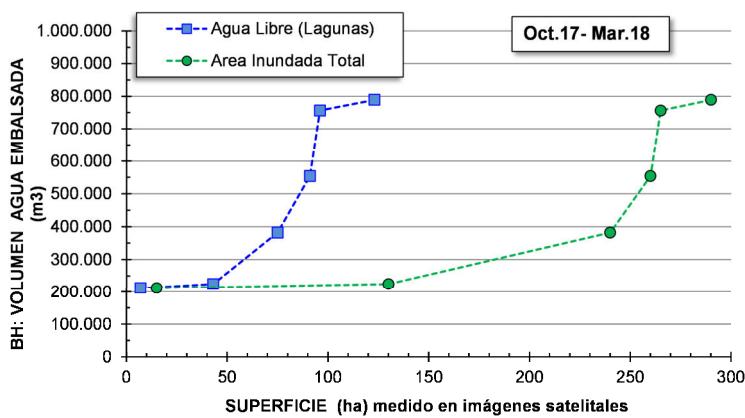


Tabla N°4.3: Balance Hídrico del Humedal Laguna Batuco. Período Octubre 2018 a Marzo 2019

Mes-Año	VOLUMEN INICIO MES (M3)	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)									TOTAL ENTRADAS a Laguna
		Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes) sobre humedal	Esorrentia Directa (m3/mes) cuenca aportante	Derrames de Riego (m3/mes)	Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco (m3/mes)	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción Antrópica	Pérdidas en trayecto a Laguna	
oct-18	956.000	0,0	0	0	31.241	376.002	0	645.494	229.316	40.176	407.243
nov-18	736.222	0,3	692	2.474	30.233	397.570	0	658.368	221.918	38.880	430.969
dic-18	578.583	1,2	2.616	9.896	31.241	351.897	0	621.389	229.316	40.176	395.650
ene-19	357.322	0,0	0	0	31.241	370.646	0	640.138	229.316	40.176	401.886
feb-19	239.903	0,0	0	0	28.218	332.359	0	575.770	207.123	36.288	360.576
mar-19	205.420	0,3	396	2.474	31.241	317.078	0	586.570	229.316	40.176	351.189
oct-18 a mar-19		TOTAL (M3)	3.704	14.844	183.414	2.145.551	Cálculos intermedios				2.347.513

Notas: Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco = Descarga PTAS - Extracción Antrópica - Pérdidas de agua en trayecto a laguna

Descarga PTAS = Volumen producción PTAS = Descarga PTAS a Estero S/Nombre + Descarga PTAS a Tranque San Rafael

Área Vegetación Total: Área medida en imágenes satelitales

Área Espejo de Agua: Evaluada con fórmula de Figura N°4.4

Área Vegetación Saturada = Área Inundada total - Área Espejo de Agua Laguna

En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales

Mes-Año	SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)								TOTAL SALIDAS (m3) desde Humedal Laguna Batuco	VOLUMEN FIN MES (M3)	Fecha Imagen Satelital	
	Área (há) Vegetación Total en Humedal	Área Inundada Total (ha)	Área (há) Suelo Húmedo	ET (m3/mes) Vegetación	Área (há) Espejo de Agua	Área (há) Vegetación Inundada	Evap. (m3/mes) Desde Superficies de Agua	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse) (m3/mes)	REBALSE (m3/mes)			
oct-18	158	295	0	140.067	139	156	231.615	371.682	255.339	627.021	736.222	19-oct-18
nov-18	167	265	0	137.775	97	168	271.715	409.490	179.118	588.608	578.583	28-nov-18
dic-18	165	250	0	176.220	86	164	321.626	497.846	119.066	616.911	357.322	30-dic-18
ene-19	167	240	0	206.412	76	164	312.893	519.305	0	519.305	239.903	15-ene-19
feb-19	162	170	31	183.708	39	131	211.351	395.059	0	395.059	205.420	24-feb-19
mar-19	155	20	142	137.175	8	12	216.280	353.455	0	353.455	205.627	20-mar-19
oct-18 a mar-19	TOTAL (M3)			981.357			1.565.480		553.523	3.100.360		

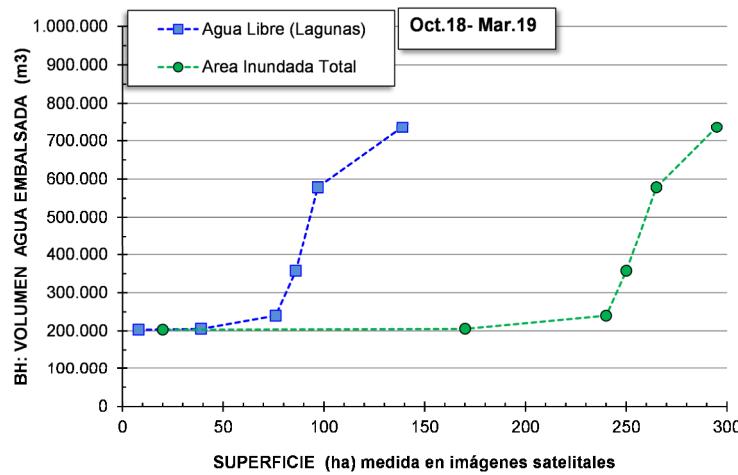


Tabla N°4.4: Balance Hídrico del Humedal Laguna Batuco. Período Octubre 2019 a Marzo 2020

Mes-Año	VOLUMEN INICIO MES (M3)	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)								TOTAL ENTRADAS (m3) a Humedal Laguna Batuco	
		Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes) sobre humedal	Escorrentía Directa (m3/mes) cuenca aportante	Derrames de Riego (m3/mes)	Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco (m3/mes)	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción Antrópica		
oct-19	956.000	2,1	4.813	17.318	31.241	353.202	0	648.173	254.795	40.176	406.574
nov-19	736.222	0,0	0	0	30.233	328.849	0	614.304	246.575	38.880	359.082
dic-19	529.079	0,0	0	0	31.241	296.955	0	591.926	254.795	40.176	328.196
ene-20	300.857	0,0	0	0	31.241	238.031	0	533.002	254.795	40.176	269.271
feb-20	0	0,0	0	0	28.218	205.319	0	471.744	230.137	36.288	233.537
mar-20	0	0,0	0	0	31.241	173.749	0	468.720	254.795	40.176	204.990
oct-19 a mar-20	TOTAL (M3)	4.813	17.318	183.414	1.596.105						1.801.651

Notas: Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco = Descarga PTAS - Extracción Antrópica - Pérdidas de agua en trayecto a laguna

Descarga PTAS = Volumen producción PTAS = Descarga PTAS a Estero S/Nombre + Descarga PTAS a Tranque San Rafael

Área Vegetación Total: Área medida en imágenes satelitales

Área Espejo de Agua: Evaluada con fórmula de Figura N°4.4

Área Vegetación Saturada = Área Inundada total - Área Espejo de Agua Laguna

En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales

Mes-Año	SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)								TOTAL SALIDAS (m3) desde Humedal Laguna Batuco	VOLUMEN FIN MES (M3)	Fecha Imagen Satelital	
	Área (há) Vegetación Total en Humedal	Área Inundada Total (ha)	Área (há) Suelo Húmedo	ET (m3/mes) Vegetación	Área (há) Espejo de Agua	Área (há) Vegetación Inundada	Evap. (m3/mes) desde Lag. + Suelo Húmedo	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse) (m3/mes)	REBALSE (m3/mes)			
oct-19	164	260	0	145.386	98	162	189.162	334.548	291.805	626.352	736.222	06-oct-19
nov-19	163	255	0	134.475	95	160	265.720	400.195	166.031	566.225	529.079	07-nov-19
dic-19	164	215	0	175.152	65	150	278.319	453.471	102.946	556.418	300.857	09-dic-19
ene-20	156	10	202	192.816	3	7	403.160	595.976	0	595.976	0	26-ene-20
feb-20	151	0	10	171.234	0	0	119.186	290.420	0	290.420	0	27-feb-20
mar-20	154	0	0	136.290	0	0	91.275	227.565	0	227.565	0	30-mar-20
oct-19 a mar-20	TOTAL (M3)			955.353			1.346.821		560.782	2.862.956		

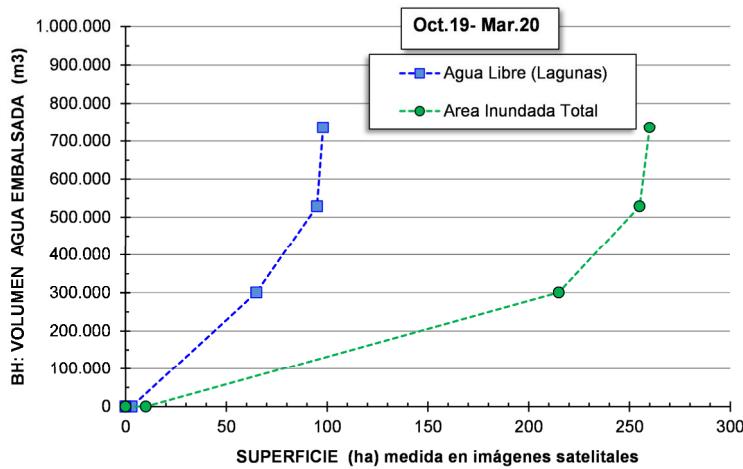


Tabla N°4.5: Balance Hídrico del Humedal Laguna Batuco. Período Octubre 2020 a Marzo 2021

Mes-Año	VOLUMEN INICIO MES (M3)	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)								TOTAL ENTRADAS (m3) a Humedal Laguna Batuco
		Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes) sobre humedal	Escorrentia Directa (m3/mes) cuenca aportante	Derrames de Riego (m3/mes)	Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco (m3/mes)	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción Antropica	
oct-20	956.000	0,0	0	0	31.241	299.634	0	594.605	254.795	40.176
nov-20	729.740	0,0	0	0	30.233	315.889	0	601.344	246.575	38.880
dic-20	516.373	0,0	0	0	31.241	307.669	0	602.640	254.795	40.176
ene-21	263.535	23,8	43.602	196.276	31.241	303.732	92.940	515.056	254.795	49.470
feb-21	280.903	0,0	0	0	28.218	346.068	237.565	398.684	230.137	60.045
mar-21	255.987	0,0	0	0	31.241	268.993	252.841	336.407	254.795	65.460
oct-20 a mar-21	TOTAL (M3)	43.602	196.276	183.414	1.841.985					2.265.276

Notas: Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco = Descarga PTAS - Extracción Antrópica - Pérdidas de agua en trayecto a laguna

Descarga PTAS = Volumen producción PTAS = Descarga PTAS a Estero S/Nombre + Descarga PTAS a Tranque San Rafael

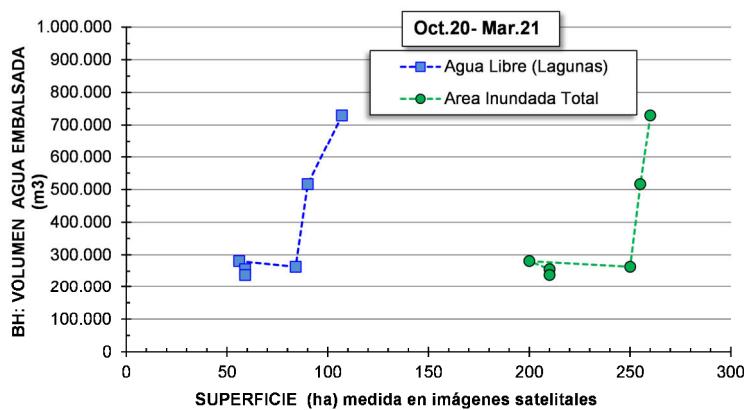
Área Vegetación Total: Área medida en imágenes satelitales

Área Espejo de Agua: Evaluada con fórmula de Figura N°4.4

Área Vegetación Saturada = Área Inundada total - Área Espejo de Agua Laguna

En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales

Mes-Año	SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)								TOTAL SALIDAS (m3) desde Humedal Laguna Batuco	VOLUMEN FIN MES (M3)	Fecha Imagen Satelital
	Area (há) Vegetación Total en Humedal	Área Inundada Total (ha)	Área (há) Suelo Húmedo	ET (m3/mes) Vegetación	Area (há) Espejo de Agua	Area (há) Vegetación Inundada	Evap. (m3/mes) desde Lag. + Suelo Húmedo	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse)	REBALSE (m3/mes)		
oct-20	160	260	0	141.840	107	153	197.161	339.001	218.133	557.135	729.740
nov-20	166	255	0	136.950	90	165	259.896	396.846	162.643	559.490	516.373
dic-20	168	250	0	179.424	84	166	320.277	499.701	92.047	591.747	263.535
ene-21	159	200	0	196.524	56	144	263.813	460.337	97.146	557.483	280.903
feb-21	163	210	0	184.842	59	151	214.360	399.202	0	399.202	255.987
mar-21	162	210	0	143.370	59	151	174.776	318.146	0	318.146	238.075
oct-20 a mar-21	TOTAL (M3)			982.950			1.430.283		569.968	2.983.202	



4.2.2 Verificación del Modelo de Balance Hídrico.

Con el modelo conceptual presentado en el **numeral 3.1, Figura N°3.4**, y los parámetros de calibración resumidos en **Tabla N°4.1**, se efectúa el balance hídrico utilizando ahora las relaciones de las **Figuras N°4.5 y N°4.4**.

El objetivo de verificar si con el volumen de agua en el humedal resultante del balance hídrico es posible evaluar las áreas inundadas de aguas, incluyendo el espejo de agua de la laguna, y la incertidumbre que ello conlleva (diferencias entre las áreas medidas y las áreas evaluadas con el balance hídrico).

En **Figura N°4.7** se comparan las áreas inundadas totales calculadas con el balance hídrico en el período histórico, con las áreas inundadas identificadas en las imágenes satelitales. Se observa que existe una buena correspondencia entre ellas ($R^2 = 0,98$) y con diferencias siempre menores al 20%. No obstante, se observan 3 meses que escapan de la tendencia general: Febrero 2018, Febrero 2019 y Enero 2020.

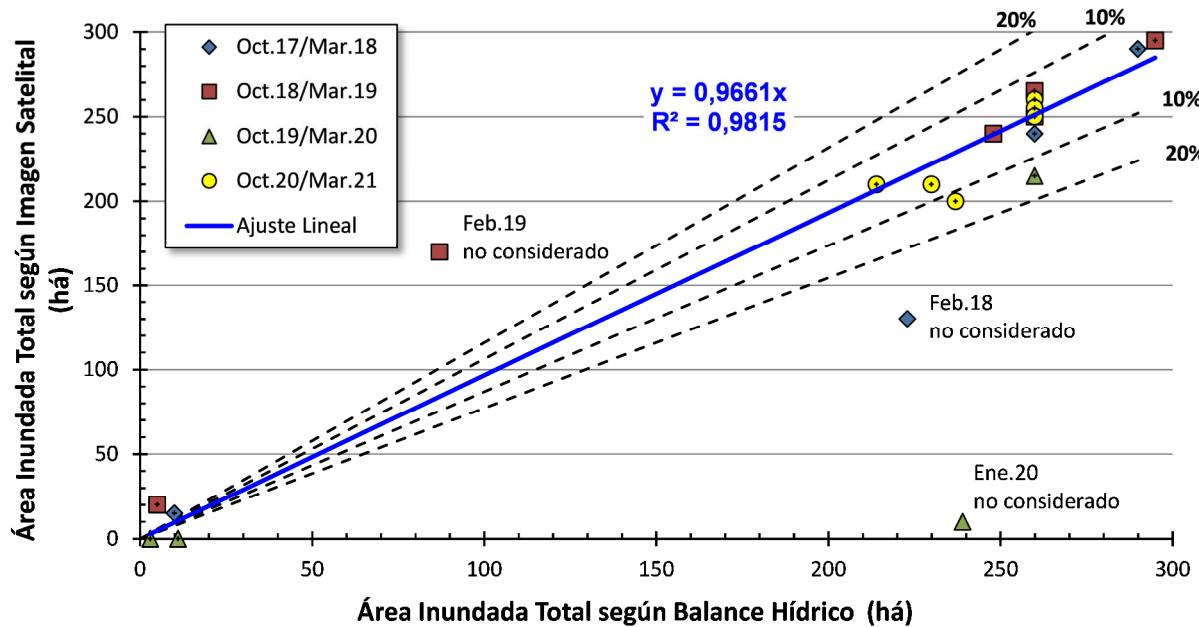


Figura N°4.7: Relación entre el Área Total con Presencia de Agua en el Humedal medida en imágenes Landsat y el Área resultante del Balance Hídrico evaluado con el Volumen Total de Agua en el Humedal (de **Figura N°4.5**). Fuente: Elaboración propia.

En **Figura N°4.8** se presenta la comparación de las áreas de la laguna (espejo de agua) calculadas con el balance hídrico en el período histórico, con las áreas medidas en imágenes satelitales (en igual período). Se observa una buena relación entre ellas ($R^2 = 0,94$) y con diferencias siempre menores al 20%. Al igual que en el caso anterior, existen 3 meses que escapan de la tendencia general: Febrero 2018, Febrero 2019 y Enero 2020. El que escapa en forma significativa de la tendencia general es Enero 2020.

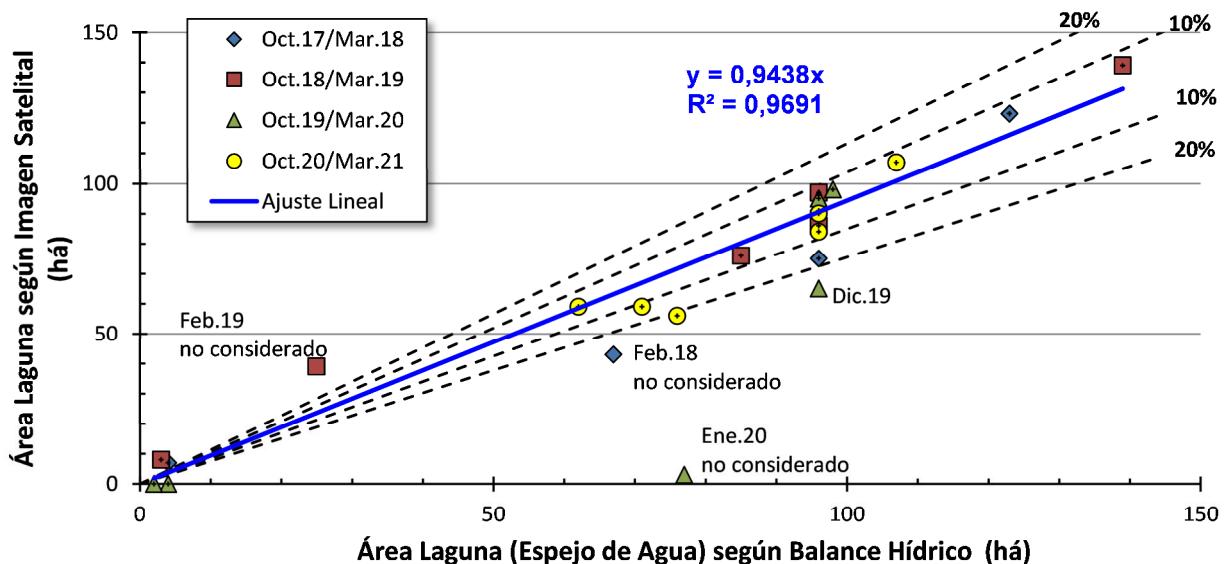


Figura N°4.8: Relación entre el Área de la Laguna medida en imágenes Landsat y el Área resultante del Balance Hídrico. Fuente: Elaboración propia.

4.3 MODELACIÓN PREDICTIVA DEL FUNCIONAMIENTO HÍDRICO

En la condición de pronóstico se asume que el Derecho de Aprovechamiento de Aguas Superficiales constituido en el estero Sin Nombre se extrae completamente (3.000.000 m³/año). Es decir, el Factor Uso Derechos Jara es igual a 1 para todo el período. Entonces los parámetros de calibración se modifican según se muestra a continuación (**Tabla N°4.6**).

Tabla N°4.6: Parámetros de Calibración del Balance Hídrico utilizados para el período de pronóstico

Pronóstico	PERÍODO DE PRONÓSTICO			
	Oct/2020-Mar/2021	Oct/2019-Mar/2020	Oct/2018-Mar/2019	Oct/2017-Mar/2018
Factor Uso Derechos Jara:	1	1	1	1
Factor Evap Suelo Saturado	0,60	0,60	0,60	0,60
L/s pérdidas Tranque-Laguna	Sin descarga a Tranque		15	
% perdidas en estero (*/100)	0,10	0,10	0,10	S/Descarga a Estero
Factor reduce Derrames de Riego de Mellado (2008)	0,5	0,5	0,5	0,5
Factor reduce Escorrentía Directa de Mellado (2008)	0,5	0,5	0,5	0,5

Los Balances Hídricos Predictivos resultantes se presentan en **Tablas N°4.7 a N°10** siguientes.

Tabla N°4.7. Balance Hídrico Pronosticado del Humedal Laguna Batuco, período octubre 2017 a marzo 2018

Mes-Año	VOLUMEN INICIO MES (M3)	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)				APORTES PTAS A HUMEDAL LAGUNA BATUCO (m3/mes)				TOTAL ENTRADAS (m3) a Humedal Laguna Batuco
		Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes) sobre humedal	Esorrentia Directa (m3/mes) cuenca aportante	Derrames de Riego (m3/mes)	Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco (m3/mes)	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción Antrópica	
oct-17	956.000	67,0	171.386	552.542	31.241	411.323	0	691.027	254.795	24.909
nov-17	810.598	0,0	0	0	30.233	391.316	0	671.328	246.575	33.437
dic-17	693.407	0,0	0	0	31.241	276.064	0	575.856	254.795	44.997
ene-18	392.921	0,0	0	0	31.241	263.877	0	570.499	254.795	51.827
feb-18	164.643	0,0	0	0	28.218	133.106	0	406.426	230.137	43.183
mar-18	0	0,0	0	0	31.241	173.883	0	466.042	254.795	37.364
oct-17 a mar-18		TOTAL (M3)	171.386	552.542	183.414	1.649.569				

Notas:

Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco = Descarga PTAS - Extracción Antrópica - Pérdidas de agua en trayecto a laguna

Descarga PTAS = Volumen producción PTAS

Área Vegetación Total: Área medida en imágenes satelitales

Área espejo de Agua: Evaluada con fórmula de Figura N°4.4

Área Vegetación Saturada = Área Inundada total - Espejo de Agua Laguna

En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales

Mes-Año	SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)							TOTAL SALIDAS (m3) desde Humedal Laguna Batuco	VOLUMEN FIN MES (M3)
	Area (há) Vegetación Total en Humedal	Area Total (há) Inundada de Agua	Área (há) Suelo Húmedo	ET (m3/mes) Vegetación	Area (há) Espejo de Agua	Evap. (m3/mes) Desde Superficies de Agua	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse) (m3/mes)		
oct-17	166	290	0	147.159	123	217.830	364.989	946.905	810.598
nov-17	169	260	0	139.425	96	271.537	410.962	127.778	538.740
dic-17	170	260	0	181.560	96	346.304	527.864	79.927	607.791
ene-18	166	241	0	205.176	79	318.220	523.396	0	392.921
feb-18	164	15	221	185.976	5	343.336	529.312	0	523.396
mar-18	157	3	10	138.945	2	103.732	242.677	0	164.643
oct-17 a mar-18	TOTAL (M3)			998.241		1.600.959		1.154.610	0

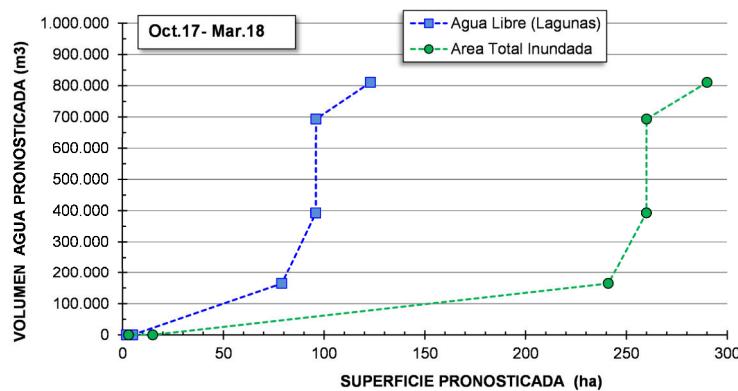


Tabla N°4.8. Balance Hídrico Pronosticado del Humedal Laguna Batuco, período octubre 2018 a marzo 2019

Mes-Año	VOLUMEN INICIO MES (M3)	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)				APORTES PTAS A HUMEDAL LAGUNA BATUCO (m3/mes)				TOTAL ENTRADAS (m3) a Humedal Laguna Batuco	
		Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes) sobre humedal	Esorrentia Directa (m3/mes) cuenca aportante	Derrames de Riego (m3/mes)	Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco (m3/mes)	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Descarga PTAS a Estero S/NOMBRE	Extracción Antrópica (2)		
oct-18	956.000	0,0	0	31.241	351.629	0	645.494	254.795	39.070	382.870	
nov-18	810.598	0,3	689	2.474	30.233	370.614	0	658.368	246.575	41.179	
dic-18	680.845	1,2	2.736	9.896	31.241	329.934	0	621.389	254.795	36.659	
ene-19	447.612	0,0	0	31.241	346.808	0	640.138	254.795	38.534	378.049	
feb-19	281.349	0,0	0	28.218	311.069	0	575.770	230.137	34.563	339.287	
mar-19	215.134	0,3	429	2.474	31.241	298.597	0	586.570	254.795	33.177	332.741
oct-18 a mar-19		TOTAL (M3)	3.854	14.844	183.414	2.008.652	Cálculos intermedios				2.210.765

Notas:

Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco = Descarga PTAS - Extracción Antrópica - Pérdidas de agua en trayecto a laguna

Descarga PTAS = Volumen producción PTAS

Área Vegetación Total: Área medida en imágenes satelitales

Área espejo de Agua: Evaluada con fórmula de Figura N°X.X

Área Vegetación Saturada = Área Inundada total - Espejo de Agua Laguna

En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales

Mes-Año	SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)							TOTAL SALIDAS (m3) desde Humedal Laguna Batuco	VOLUMEN FIN MES (M3)
	Area (há) Vegetación Total en Humedal	Area Total (há) Inundada de Agua	Área (há) Suelo Húmedo	ET (m3/mes) Vegetación	Area (há) Espejo de Agua	Evap. (m3/mes) Desde Superficies de Agua	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse) (m3/mes)		
oct-18	158	295	0	140.067	139	231.615	371.682	156.590	528.272
nov-18	167	260	0	137.775	96	270.127	407.902	125.860	533.762
dic-18	165	260	0	176.220	96	341.821	518.041	89.001	607.041
ene-19	167	252	0	206.412	88	337.900	544.312	0	544.312
feb-19	162	219	0	183.708	64	221.794	405.502	0	405.502
mar-19	155	65	135	137.175	19	225.358	362.533	0	215.134
oct-18 a mar-19	TOTAL (M3)			981.357		1.628.614		371.451	187.816
									2.981.423

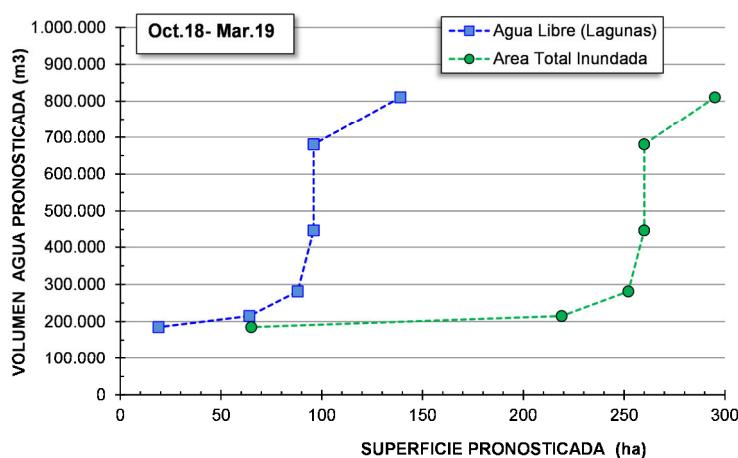


Tabla N°4.9. Balance Hídrico Pronosticado del Humedal Laguna Batuco, período octubre 2019 a marzo 2020

Mes-Año	VOLUMEN INICIO MES (M3)	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)				APORTES PTAS A HUMEDAL LAGUNA BATUCO (m3/mes)				TOTAL ENTRADAS (m3) a Humedal Laguna Batuco
		Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes) sobre humedal	Esorrentia Directa (m3/mes) cuenca aportante	Derrames de Riego (m3/mes)	Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco (m3/mes)	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Descarga PTAS a Estero S/NOMBRE	Extracción Antrópica	
oct-19	956.000	2,1	4.813	17.318	31.241	354.040	0	648.173	254.795	39.338
nov-19	810.598	0,0	0	0	30.233	330.956	0	614.304	246.575	36.773
dic-19	649.028	0,0	0	0	31.241	303.418	0	591.926	254.795	33.713
ene-20	388.437	0,0	0	0	31.241	250.386	0	533.002	254.795	27.821
feb-20	170.365	0,0	0	0	28.218	217.446	0	471.744	230.137	24.161
mar-20	0	0,0	0	0	31.241	192.533	0	468.720	254.795	21.393
oct-19 a mar-20		TOTAL (M3)	4.813	17.318	183.414	1.648.779				1.854.325

Notas:

Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco = Descarga PTAS - Extracción Antrópica - Pérdidas de agua en trayecto a laguna

Descarga PTAS = Volumen producción PTAS

Área Vegetación Total: Área medida en imágenes satelitales

Área espejo de Agua: Evaluada con fórmula de Figura N°4.4

Área Vegetación Saturada = Área Inundada total - Espejo de Agua Laguna

En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales

Mes-Año	SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)							TOTAL SALIDAS (m3) desde Humedal Laguna Batuco	VOLUMEN FIN MES (M3)
	Area (há) Vegetación Total en Humedal	Area Total (há) Inundada de Agua	Área (há) Suelo Húmedo	ET (m3/mes) Vegetación	Area (há) Espejo de Agua (Laguna)	Evap. (m3/mes) desde Lag. + Suelo Húmedo	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse) (m3/mes)		
oct-19	164	260	0	145.386	98	189.162	334.548	218.267	552.815
nov-19	163	260	0	134.475	96	267.307	401.782	120.976	522.759
dic-19	164	260	0	175.152	96	340.924	516.076	79.174	595.250
ene-20	156	240	0	192.816	78	306.883	499.699	0	499.699
feb-20	151	15	220	171.234	5	332.939	504.173	0	504.173
mar-20	154	3	10	136.290	2	101.954	238.244	0	238.244
oct-19 a mar-20	TOTAL (M3)			955.353		1.539.169		418.418	2.912.940

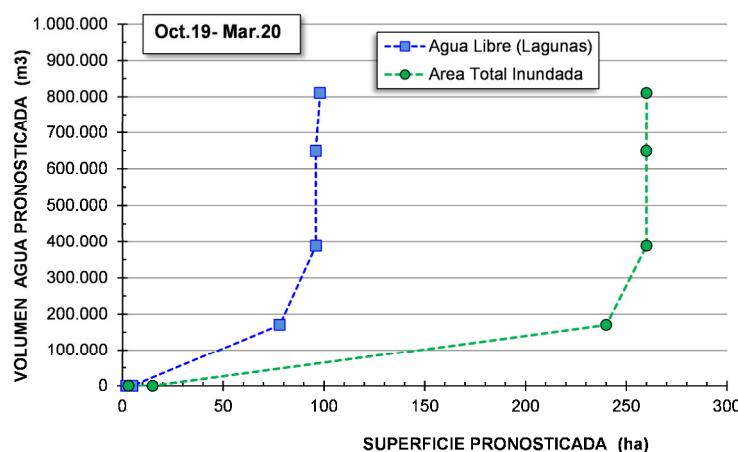


Tabla N°4.10. Balance Hídrico Pronosticado del Humedal Laguna Batuco, período octubre 2020 a marzo 2021

Mes-Año	VOLUMEN INICIO MES (M3)	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)					APORTES PTAS A HUMEDAL LAGUNA BATUCO (m3/mes)				TOTAL ENTRADAS (m3) a Humedal Laguna Batuco
		Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes) sobre humedal	Esorrentia Directa (m3/mes) cuenca aportante	Derrames de Riego (m3/mes)	Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco (m3/mes)	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción Antrópica	Pérdidas en trayecto a Laguna	
oct-20	956.000	0,0	0	0	31.241	305.829	594.605	0	254.795	33.981	337.070
nov-20	808.916	0,0	0	0	30.233	319.292	601.344	0	246.575	35.477	349.525
dic-20	633.492	0,0	0	0	31.241	313.061	602.640	0	254.795	34.785	344.301
ene-21	376.668	23,8	48.600	196.276	31.241	317.882	607.997	0	254.795	35.320	593.998
feb-21	387.543	0,0	0	0	28.218	365.501	636.250	0	230.137	40.611	393.719
mar-21	289.007	0,0	0	0	31.241	301.008	589.248	0	254.795	33.445	332.249
oct-19 a mar-20		TOTAL (M3)	48.600	196.276	183.414	1.922.572					2.350.862

Notas: Aportes PTAS a Humedal Laguna Batuco = Descarga PTAS - Extracción Antrópica - Pérdidas de agua en trayecto a laguna

Descarga PTAS = Volumen producción PTAS

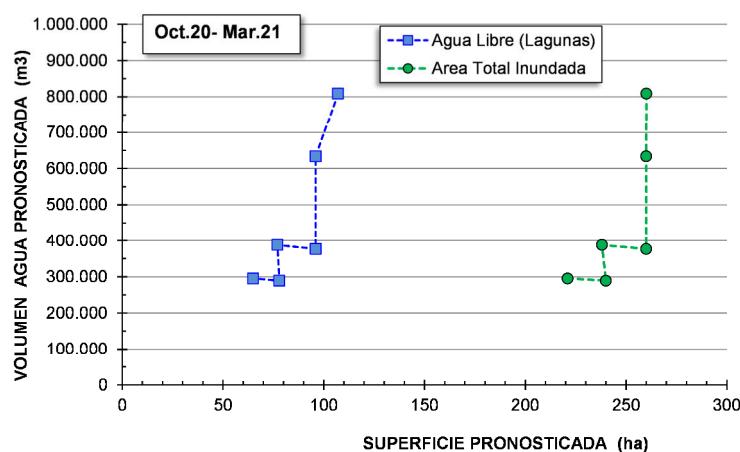
Área Vegetación Total: Área medida en imágenes satelitales

Área espejo de Agua: Evaluada con fórmula de Figura N°4.4

Área Vegetación Saturada = Área Inundada total - Espejo de Agua Laguna

En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales

Mes-Año	SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)							TOTAL SALIDAS (m3) desde Humedal Laguna Batuco	VOLUMEN FIN MES (M3)
	Area (há) Vegetación Total en Humedal	Area Total (há) Inundada de Agua	Área (há) Suelo Húmedo	ET (m3/mes) Vegetación	Area (há) Espejo de Agua (Laguna)	Evap. (m3/mes) desde Lag. + Suelo Húmedo	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse) (m3/mes)		
oct-20	160	260	0	141.840	107	197.161	339.001	145.152	484.154
nov-20	166	260	0	136.950	96	269.422	406.372	118.577	524.949
dic-20	168	260	0	179.424	96	344.511	523.935	77.191	601.125
ene-21	159	238	0	196.524	77	307.575	504.099	79.024	583.123
feb-21	163	240	0	184.842	78	245.362	430.204	62.052	492.256
mar-21	162	221	0	143.370	65	182.785	326.155	0	326.155
oct-19 a mar-20	TOTAL (M3)			982.950		1.546.817		481.995	3.011.762

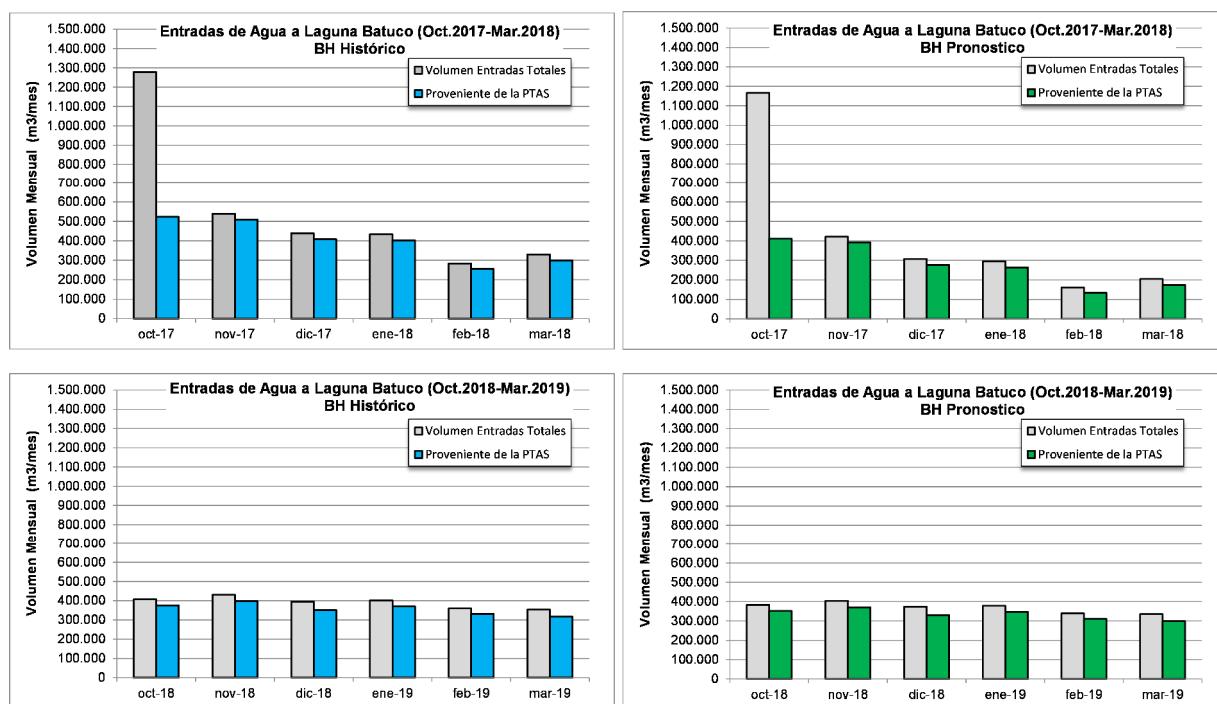


5. DISCUSIONES

5.1 AGUAS DESCARGADAS POR LA PTAS QUE LLEGAN A LA LAGUNA

En **Figura N°5.1** se comparan: el volumen total de aguas que ingresan a la laguna con el volumen de aguas descargadas por La Cadellada y que finalmente ingresan a la laguna; calculados con el balance hídrico de la situación histórica (**Tablas N°4.2 a 4.5**) y con el balance hídrico de la situación de pronóstico (**Tablas N°4.7 a 4.10**).

Se observa que en ambas condiciones, histórica y pronosticada, llegan aguas de la PTAS La Cadellada a la laguna y su volumen corresponde al aporte más importante (en el período sin lluvias).



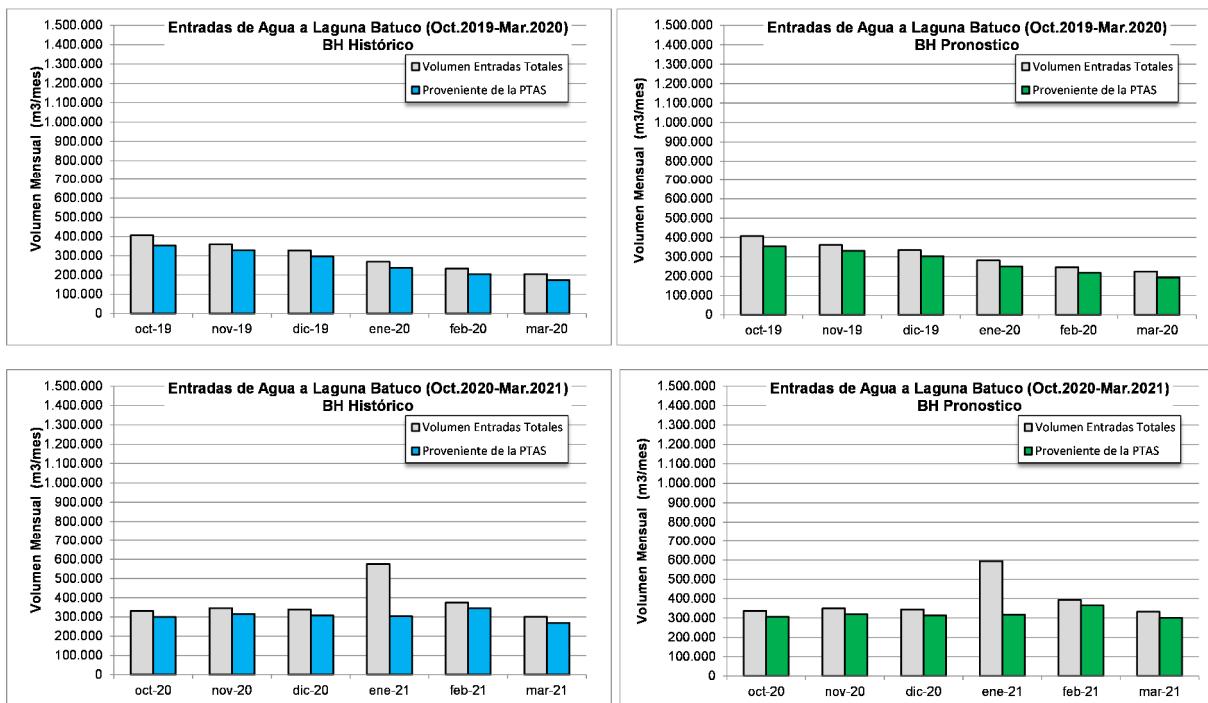


Figura N°5.1. Volumen mensual de aguas (calculado con el balance hídrico) que ingresan al Humedal Laguna Batuco; simulaciones para la condición histórica (columna izquierda, color azul) y para el pronóstico (columna a la derecha, color verde)

5.2 EFECTOS EN LA SUPERFICIE TOTAL INUNDADA EN EL HUMEDAL LAGUNA BATUCO

Para evaluar los efectos en la superficie de la Laguna del Humedal, como es requerido por la SMA, se comparan las áreas inundadas en su condición histórica (áreas medidas en las imágenes Landsat) con las pronosticadas con el modelo de balance hídrico (BH Pronóstico, descarga de la PTAS en el estero Sin Nombre).

En **Figura N°5.2** se presenta la superficie total inundada en el humedal Laguna Batuco. Se identifica gráficamente la superficie real histórica medida en imágenes satelitales (descarga PTAS al Tranque San Rafael), y la superficie evaluada con el balance hídrico en condición de pronóstico (descarga de PTAS al estero Sin Nombre).

En la condición de pronóstico se asume que el Derecho de Aprovechamiento de Aguas Superficiales constituido en el estero Sin Nombre se extrae completamente (3.000.000 m³/año).

En las condiciones anteriores de pronóstico (descarga PTAS al estero Sin Nombre y extracción de parte de esas aguas por el derecho de aprovechamiento existente) se observa que al término de cada período, la superficie mínima inundada es similar a la histórica (descarga PTAS al tranque San Rafael y extracción de parte de esas aguas para riego).

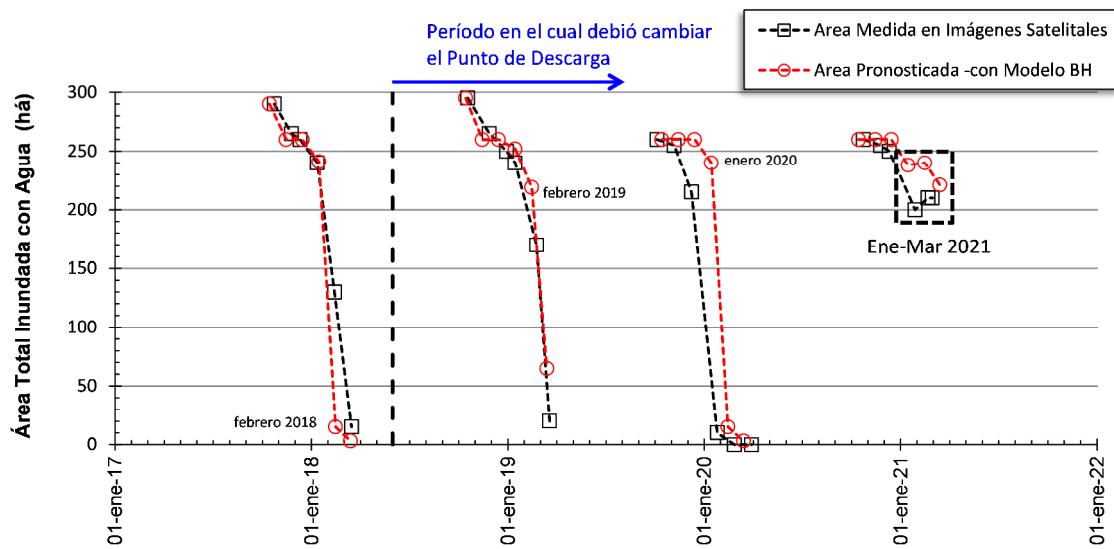


Figura N°5.2: Área Inundada de Agua en el Humedal Laguna Batuco (en há) en su condición histórica (medida en imágenes Landsat) y pronosticada (si la descarga de La Cadellada se hubiese realizado íntegramente al estero Sin Nombre y el Derecho de Aprovechamiento de Aguas Superficiales constituido en el estero Sin Nombre se extrae completamente 3.000.000 m³/año). Fuente: Elaboración propia.

5.3 EFECTOS EN LA SUPERFICIE DE AGUA LIBRE (LAGUNA) EN EL HUMEDAL LAGUNA BATUCO

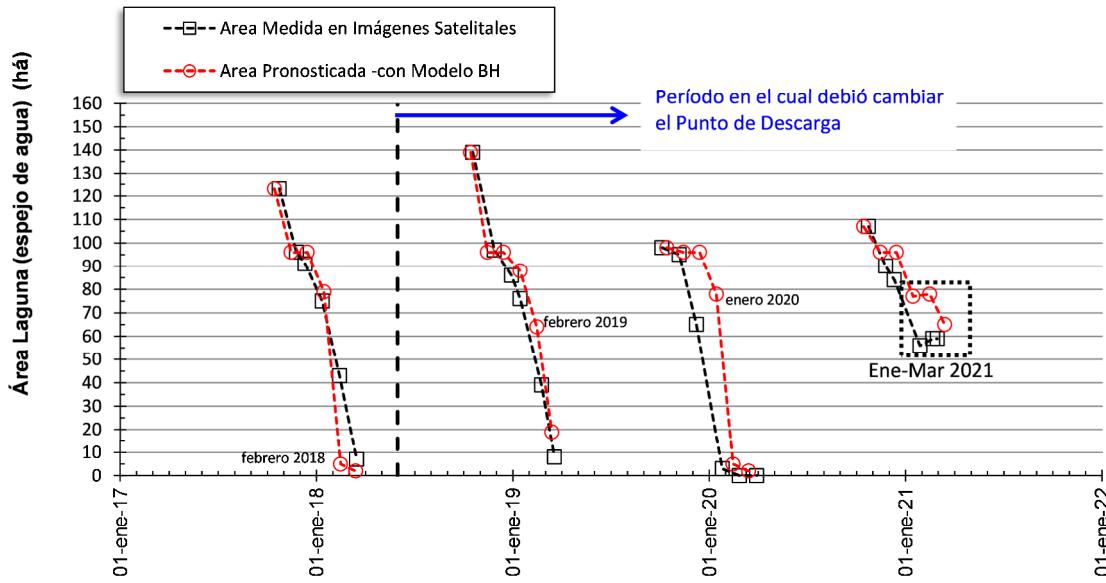


Figura N°5.3: Área de la Laguna Batuco (espejo de agua, en há) en su condición histórica (medida en imágenes Landsat) y pronosticada (si la descarga de La Cadellada se hubiese realizado íntegramente al estero Sin Nombre), asumiendo que el Derecho de Aprovechamiento de Aguas Superficiales constituido en el estero Sin Nombre se extrae completamente (3.000.000 m³/año). Fuente: Elaboración propia.

En **Figura N°5.3** se compara la superficie de agua libre (laguna) medida en la condición histórica y la pronosticada si la PTAS hubiese descargado sus aguas al estero Sin Nombre y desde él se hubiese extraído parte de ellas por el derecho de aguas existente en ese cauce natural

En las condiciones anteriores se observa que, al término de cada período, la superficie mínima inundada es similar a la histórica.

Lo anterior se produce por la extracción (condición del BH Pronóstico) de la totalidad de las aguas correspondiente al derecho de aprovechamiento consuntivo constituido por Resolución DGA N°415 del 11 octubre de 1985, el cual autoriza a la extracción de un volumen de 3.000.000 metros cúbicos de agua al año.

En consecuencia, el mayor efecto en el “secamiento” de la Laguna Batuco se produce por la extracción de aguas (para uso antrópico, fuera del área de la laguna) y no por el cambio en el punto de descarga de los efluentes de la PTAS La Cadellada.

5.4 EFECTOS EN LA SUPERFICIE DE LA VEGETACIÓN

En **Figura N°4.1**, donde se resumen las mediciones del área total de vegetación en el Humedal Laguna Batuco, se observa que no existen grandes variaciones en la magnitud de su superficie cubierta. De hecho, en el período analizado (febrero 2017 a abril 2021), presenta un área promedio con vegetación de 162 há, con una desviación estándar de 5 há.

La menor área medida en el período con mediciones fue en febrero 2020, midiéndose 151 há en la imagen Landsat, 11 hectáreas menos que el promedio histórico. En el período febrero-abril 2021 se midió una superficie de entre 162 a 163 hectáreas (representativo de la condición promedio).

Se observa además en la figura que el área con vegetación se recupera todos los años, al regresar el agua, no observándose un efecto persistente en el tiempo que reduzca el área de vegetación de un año al otro.

6. CONCLUSIONES

En Resolución Exenta N°5/Rol D-169-2020 de fecha 19 de abril de 2021, la SMA requiere que se evalúen los efectos en la superficie de la laguna Batuco y en la conservación de las especies vegetativas, atendido a que la empresa no realizó la descarga de su efluente en el Estero Sin Nombre, y que -por lo tanto- no se realizó el aporte de aguas desde el proyecto al humedal de Batuco como fuera establecido en la evaluación ambiental.

Efectuada la evaluación requerida, se concluye:

- c) La reproducción, con el Balance Hídrico, de las condiciones históricas (octubre 2017 a marzo 2021) muestra que aguas descargadas por la PTAS La Cadellada al tranque San Rafael, llegan al Humedal Laguna Batuco; es decir, realizó aportes de aguas a la laguna Batuco. Este hecho se observa también en las imágenes satelitales, algunas de las cuales se reproducen en las **Figuras N°2.2.b** hasta **N°2.2.f**

En el período histórico analizado, cuando la PTAS descarga todas sus aguas al tranque San Rafael (octubre 2017 a diciembre 2020), se observa que parte del volumen descargado por la PTAS al tranque, era extraído mecánicamente para su aprovechamiento antrópico, por un tercero, y el excedente era descargado gravitacionalmente a una quebrada o Bajo Natural Sin Nombre (**Figura N°2.2.a** del presente informe), por el cual escurre hacia la laguna. No obstante, esa agua en su recorrido hacia la laguna, es manejada en regadío local por el propietario del predio. Los excedentes de agua de ese manejo continúan escurriendo preferencialmente hacia la Laguna Sin Nombre y desde ahí hacia la laguna Batuco.

Como consecuencia de ese factor antrópico, al humedal laguna Batuco no llega la totalidad del volumen de agua descargado por la PTAS al tranque San Rafael en el período octubre 2017 a diciembre 2020.

Otro hecho relevante se muestra en **Figura N°1**. La Laguna Sin Nombre corresponde a un depósito natural de aguas lenticas, ubicada inmediatamente aguas arriba de la Laguna Batuco, la cual, de acuerdo a lo observado en las imágenes, se habría formado por los excesos de agua que aporta al sistema hídrico natural las descargas de aguas de la PTAS. En la **Figura N°1** se observa:

- En imagen satelital de diciembre del año 1985 se observa que cuando no existía la PTAS, tampoco existía la Laguna Sin Nombre.

- En imagen satelital de enero del año 2003 se observa que cuando existía la PTAS y no existía el factor antrópico del propietario del predio, si existe la Laguna Sin Nombre.

Entonces, la existencia de la laguna Sin Nombre estaría demostrando la existencia de aportes de agua de la PTAS hacia la laguna Batuco. Se indica “estaría demostrando” debido a que probar esa hipótesis requiere de estudios específicos que escapan del alcance del presente informe (probablemente se requiere de un estudio hidroquímico e isotópico).

- d) Con el modelo de Balance Hídrico, calibrado con los datos históricos, se observa que, aun cuando la PTAS La Cadellada hubiese descargado todas sus aguas al estero Sin Nombre (como era requerido), el modelo de pronóstico no predice un aumento de la superficie inundada de agua en el humedal (no predice un efecto positivo significativo, ver **Figuras N°5.2 y N°5.3** de capítulo 5 del informe). En esas figuras se observa que al término de cada período, octubre a marzo del año siguiente, la superficie inundada es similar a la histórica.

Lo anterior debido a que las aguas descargadas por la PTAS al estero Sin Nombre pueden ser extraídas antes de llegar a la laguna, por el ejercicio del derecho de aprovechamiento consuntivo por 3.000.000 metros cúbicos al año que están constituidos en el estero, aproximadamente 100 metros aguas abajo del punto de descarga (comprometido) de las aguas de La Cadellada.

- e) El efecto del aprovechamiento de aguas por el derecho existente es comprobado en el período marzo a abril del año 2021 (ver **Figuras N°5.2 y 5.3**). En dicho período La Cadellada descargó al estero Sin Nombre un caudal promedio diario de aproximadamente 100 L/s, aguas que no alcanzaron a ser extraídas por el derecho de aprovechamiento de agua existente en ese estero ya que su propietario aún estaba construyendo las obras para su captación. Esas aguas lograron llegar a la laguna, la cual reaccionó con el “efecto positivo” esperado de aumento de la superficie inundada de agua en el humedal laguna Batuco.
- f) En relación a la cobertura vegetacional en el Humedal Laguna Batuco, en el período analizado (febrero 2017 a abril 2021) presenta un área promedio con vegetación de 162 há, con una desviación estándar de 5 há.

La menor área medida en el período con mediciones fue en febrero 2020, midiéndose 151 há en la imagen Landsat, 11 hectáreas menos que el promedio histórico. En el período febrero-abril 2021 se midió una superficie de entre 162 a 163 hectáreas (representativo de la condición promedio).

En consecuencia, se observa que el área con vegetación se recupera todos los años, al regresar el agua, no observándose un efecto persistente en el tiempo que reduzca el área de vegetación.

7. REFERENCIAS

Mellado, C. (2008). "Caracterización Hídrica y Gestión Ambiental del Humedal Batuco". Tesis para Optar al Grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería, Mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile.

En esta tesis se modela un balance hídrico de la Laguna Batuco para el año 2006, cuantificando las entradas y salidas de caudal más importantes a una escala mensual y cerrando el balance en base a un rebalse que se da cuando la laguna llega a su máximo volumen. El estudio incorpora información de terreno, estadística hidrometeorológica y estimaciones obtenidas desde bibliografía.

ORD DGA N°255 (4 julio 2018) del Director General de Aguas. Informa a lo solicitado por el Honorable Diputado Sr. Gabriel Silber Romo, que requiere "informe sobre las condiciones del Humedal de Batuco, indicando las fiscalizaciones que se han realizado y la efectividad de las denuncias que dan cuenta de muerte de especies y afectación del ecosistema, dando respuesta a las inquietudes planteadas en documento anexo".

En el numeral 2 de su ORD hace mención al derecho de aprovechamiento de aguas constituido mediante la Resolución D.G.A. N° 415, de 11 de octubre de 1985, referido a aguas sobre derrames en favor de Eugenio Camus Camus, Luz Valenzuela Avello y Felipe Jara Valenzuela por un caudal de 3.000.000 m³ anuales.

Respuesta Folio AM011T0002740 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).
(Solicitud de información recibida, por la SISS, con fecha 12.09.2019).

Respuesta Folio AM011T0002762 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).
(Solicitud de información recibida, por la SISS, con fecha 24.09.2019).

ANEXO A

**Imágenes Satelitales Landsat
(Ene.2017/Mar.2017 – Oct.2020/Abr.2021)**

GP-INF-S-699, Rev. P

Agosto 2021



Tabla N°A.1: Resumen de Mediciones de Áreas en Imágenes Satelitales (Landsat) y Precipitaciones Mensuales en estaciones Colina (DMC)

Precipitación		Área				
mes-año	Colina	Colina (Reg.)	Presencia de Agua (ha)	Área Vegetación (ha)	Área Espejos de Agua (ha)	Fecha Imagen Landsat
	Cód.:330164	Cód.:330162				
	mm/mes	mm/mes				
ene-17	0,0		10	152	5	25-ene-17
feb-17	0,0		1	157	1	18-feb-17
mar-17	0,0		5	161	3	30-mar-17
abr-17						
may-17						
jun-17	62,9					
Jul-17	39,0					
ago-17	79,0					
sep-17	29,0					
oct-17	67,0		290	166	123	24-oct-17
nov-17	0,0		265	169	96	25-nov-17
dic-17	0,0		260	170	91	11-dic-17
ene-18	0,0		240	166	75	12-ene-18
feb-18	0,0		130	164	43	13-feb-18
mar-18	0,0		15	157	7	17-mar-18
abr-18	0,0					
may-18	9,5					
jun-18	25,9					
Jul-18	31,2					
ago-18	11,0					
sep-18	18,2					
oct-18	0,0		295	158	139	19-oct-18
nov-18	0,3		265	167	97	28-nov-18
dic-18	1,2		250	165	86	30-dic-18
ene-19	0,0	0,0	240	167	76	15-ene-19
feb-19	0,0	0,0	170	162	39	24-feb-19
mar-19	0,3	0,1	20	155	8	20-mar-19
abr-19	0,6	0,5				
may-19	8,7	4,7				
jun-19	51,6	40,0				
Jul-19	11,6	11,6				
ago-19	0,0	0,0				
sep-19	3,0	3,1				
oct-19	2,1	2,1	260	164	98	06-oct-19
nov-19	0,0	0,0	255	163	95	07-nov-19
dic-19	0,0	0,0	215	164	65	09-dic-19

Tabla N°A.1: (Continuación)

Precipitación			Área Presencia de Agua	Área Vegetación	Área Espejos de Agua	Fecha Imagen Landsat
mes-año	Colina	Colina (Reg.)				
	Cód.:330164	Cód.:330162				
	mm/mes	mm/mes	(ha)	(ha)	(ha)	
ene-20	0,0	0,0	10	156	3	26-ene-20
feb-20	0,0	0,0	0	151	0	27-feb-20
mar-20	0,0	0,0	0	154	0	30-mar-20
abr-20	2,3	0,0				
may-20	1,7	3,1				
jun-20	82,3	37,8				
Jul-20	49,5	38,6				
ago-20	2,8	4,9				
sep-20	0,3	0,2				
oct-20	0,0	0,0	260	160	107	24-oct-20
nov-20	0,0	0,0	255	166	90	25-nov-20
dic-20	0,0	0,0	250	168	84	11-dic-20
ene-21	23,8	3,3	200	159	56	28-ene-21
feb-21	0,0	0,0	210	163	59	21-feb-21
mar-21	0,0	0,2	210	162	59	01-mar-21
abr-21	0,0	0,1	210	163	57	10-abr-21
may-21						
jun-21						
Jul-21						
ago-21						
sep-21						
oct-21						
nov-21						
dic-21						

Metodología de Cálculo

Con el objetivo de calcular las áreas de interés en el Humedal Laguna Batuco en períodos de riego, se utilizaron imágenes de libre acceso (<https://eos.com/landviewer>) de los satélites Landsat 7 y 8. Las imágenes de estos tienen las siguientes características generales:

Tabla N°A.2: Características generales de las imágenes Landsat 7 y 8.

Satélite	Sensor	Nº Bandas	Resolución espacial (m)	Lanzamiento
Landsat 7	ETM+	8	30 y 15 (Pancromática)	1999
Landsat 8	OLI + TIRS	11	30 y 15 (Pancromática)	2013

Con respecto al tipo y orden de las bandas espectrales de cada satélite, éstas están determinadas de las siguientes formas:

Tabla N°A.3: Bandas espectrales de las imágenes Landsat 7 y 8.

Landsat 7 (ETM+)		Landsat 8 (OLI + TIRS)	
Banda	Espectro	Banda	Espectro
1	Azul	1	Aerosol Costero
2	Verde	2	Azul
3	Rojo	3	Verde
4	Infrarrojo Cercano	4	Rojo
5	Infrarrojo de Onda Corta 1	5	Infrarrojo Cercano
6	Térmico 1	6	Infrarrojo de Onda Corta 1
6	Térmico 2	7	Infrarrojo de Onda Corta 2
7	Infrarrojo de Onda Corta 2	8	Pancromático
8	Pancromático	9	Cirrus
		10	Infrarrojo Térmico 1
		11	Infrarrojo Térmico 2

Las imágenes obtenidas en prioridad de elección, correspondieron al satélite Landsat 8, ya que representa una mejora en cuanto a la calidad e imperfecciones o errores en la imagen con respecto a su antecesor. Cuando las imágenes Landsat 8 presentaron inconvenientes, específicamente a un alto porcentaje de nubosidad o por no disponibilidad de fechas para el sector de la Laguna Batuco en los meses correspondientes, se optó por Landsat 7.

El período de tiempo seleccionado para el análisis es entre Ene2017/Mar2017 y Oct2020/Abr2021. El período seleccionado incluye un año anterior en el cual se formulan los cargos (Octubre/2018-Marzo/2019) y hasta el año 2021. El extenso período elegido permitirá analizar la variabilidad entre diferentes años y así poder evaluar si el posible daño causado es un caso excepcional en el tiempo o bien está comprendido en la variabilidad natural del sistema hídrico del humedal Laguna Batuco.

En total fueron 28 escenas descargadas en el área de estudio. Las fechas de todas las imágenes utilizadas se presentan en la **Tabla N°A.1**.



Figura N°A.1: Búsqueda de imágenes satelitales en <https://eos.com/landviewer>, sector Laguna Batuco.

Procesamiento de Imágenes

Las imágenes obtenidas fueron procesadas en el software ArcGIS. Principalmente se realizaron composiciones de bandas para generar imágenes en “color real” e imágenes “falso color”. Específicamente se utilizaron las bandas ópticas del espectro visible RGB (azul, verde y rojo) y los infrarrojos cercanos y medios. Considerando que los elementos de interés en el área en estudio corresponden a la vegetación del humedal y al espejo de agua, con estos fines se generaron las siguientes combinaciones de bandas:

- **Imagen color real 3-2-1 Landsat 7 (4-3-2 Landsat 8):** Esta combinación emula la percepción natural del ojo humano en una fotografía aérea o imagen satelital. Es decir (en condiciones ideales), los cuerpos de aguas se visualizan en tonos azules y la vegetación en tonos verdes.
- **Imagen falso color 4-3-2 Landsat 7 (5-4-3 Landsat 8):** Combinación conocida como “falso color convencional”. Es la combinación más comúnmente utilizada, donde la característica principal de esta imagen es la vegetación natural, cultivos y/o bosques (en estado vigoroso) representados en tonos rojos.
- **Imagen falso color 4-5-7 Landast 7 (5-6-7 Landsat 8):** Esta combinación tiene la ventaja de poder diferenciar los límites entre vegetación y cuerpos de aguas contiguos, los cuales se visualizan en tonos verdes y tonos café oscuros a café rojizos, respectivamente.

- **Imagen falso color 7-4-1 Landsat 7 (7-5-2 Landsat 8):** El uso de esta combinación es útil para identificar los límites entre el suelo, representados en varios tonos (anaranjados, rosados y/o violetas), y el agua, en tonos azules.

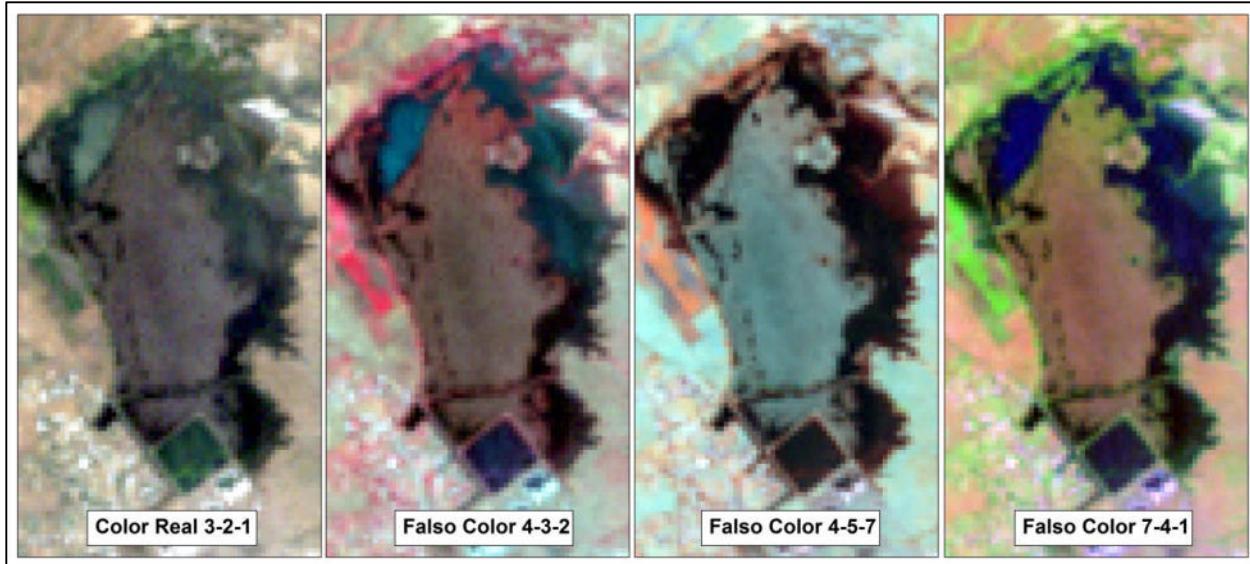


Figura N°A.2: Combinaciones de bandas espectrales generadas con Landsat 7, sector Laguna Batuco.

Para mejorar la resolución espacial de 30 m a 15 m de pixel (o celda) en los satélites Landsat 7 y Landsat 8, se realizó un procesamiento de imágenes llamado “Pan-sharpened”, el cual en términos simples combina la resolución espacial de 15 m de la banda 8 pancromática, con las bandas ópticas (azul, verde, rojo e infrarrojos) de menor resolución, dando por resultado imágenes con combinaciones de bandas a 15 m (ver **Figura N°A.3**).

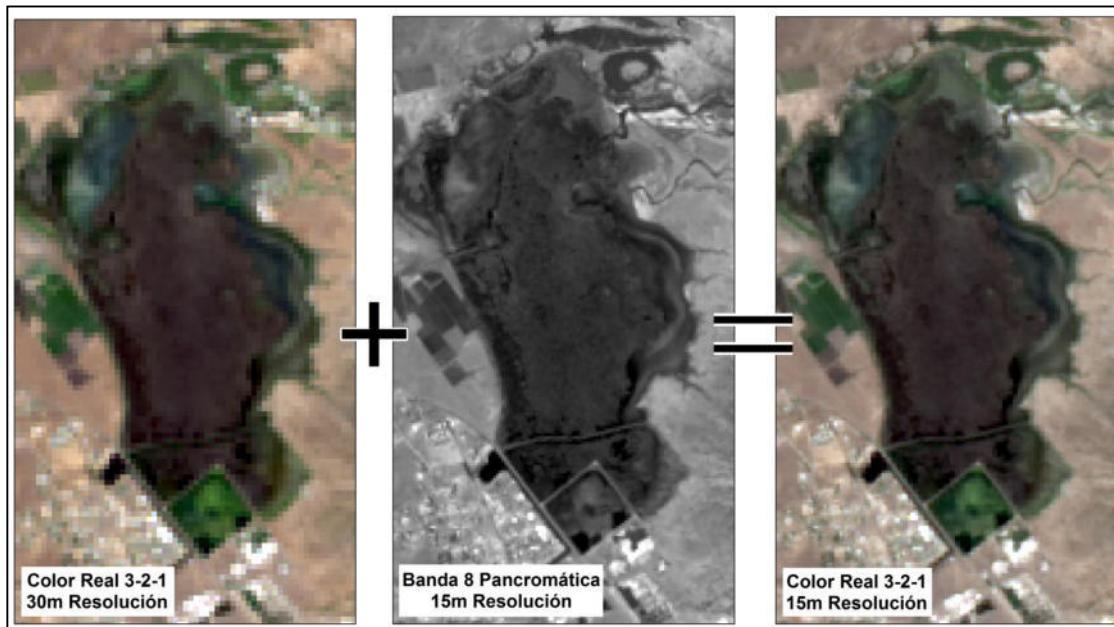


Figura N°A.3: Procesamiento Pan-sharpened con imágenes Landsat 8, sector Laguna Batuco.

Interpretación de Imágenes

La interpretación de las imágenes conjugó todas las combinaciones de bandas anteriores, dando los siguientes parámetros de tonos para los elementos bajo análisis:

Tabla N°A.4: Interpretación de bandas según composición.

Interpretación	Imagen Color Real (3-2-1 Landsat 7) (4-3-2 Landsat 8)	Imagen Falso Color (4-3-2 Landsat 7) (5-4-3 Landsat 8)	Imagen Falso Color (4-5-7 Landsat 7) (5-6-7 Landsat 8)	Imagen Falso Color (7-4-1 Landsat 7) (7-5-2 Landsat 8)
Vegetación en Humedal				
Espejo de Agua				
Espejo de Agua (Somero)				
Suelo Seco				

Según la tabla de interpretación se puede observar que:

- La vegetación en humedal presenta una respuesta a un tipo de vegetación no vigorosa en la mayoría de los periodos Octubre-Marzo en los años hidrológicos determinados, ya que en la imagen color real se visualiza en tonos más bien cafés que verdes, confirmándolo en la combinación 4-3-2 (5-4-3 L8), donde se esperarían tonos rojos para una vegetación sana.
- Los espejos de aguas muestran una respuesta típica de aguas de poca profundidad y mezcla con flora de baja altura, quedando al mismo nivel de agua, donde se representan en tonos verdes en imagen color real y azul claro en la combinación 7-4-1 (7-5-2 L8).

- Las aguas someras se visualizan con tonos más claros con respecto al espejo de agua en todas las combinaciones de bandas. Es importante mencionar que el límite con los suelos húmedos se mezcla y su diferenciación en muchos casos es compleja de determinar por la resolución de las imágenes.
- Los suelos secos debido al desecamiento de la laguna en los períodos más secos, se representan en tonos grises o rosados, dependiendo de la combinación utilizada. Generalmente se ubican éstos en los márgenes de la laguna.

Delimitación de Áreas en las Imágenes

Una vez considerados los parámetros de tonos interpretativos, se procedió a la delimitación de los bordes para los elementos de vegetación en humedal y cuerpos de aguas, con el objetivo final de generar cálculos de áreas. Hay que destacar que el área cubierta por un pixel (o celda) en las imágenes satelitales representa un valor promedio (de energía reflejada) de lo que existe realmente en esa área, por lo cual la delimitación no necesariamente se debe ajustar estrictamente a esta forma cuadricular (ver **Figura N°A.4**).

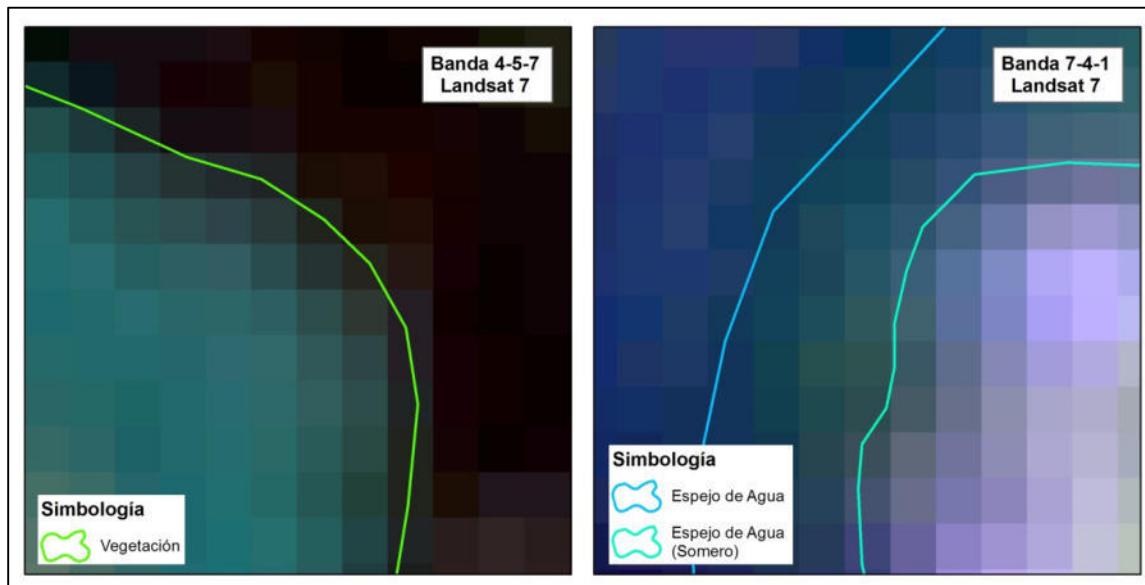


Figura N°4.4: Delimitación vegetación en humedal y de cuerpos de aguas.

También con fines hidrológicos se delimitó un contorno llamado “Presencia de Agua”, esta área corresponde a la suma de los espejos de agua y los sectores donde la vegetación del humedal se encuentra inundada.

Debido a que las resoluciones espaciales que ofrecen los satélites Landsat (15 m y 30 m), no son las más adecuadas para la identificación requerida a este nivel de detalle, se tuvo que recurrir como recurso extra a imágenes disponibles en Google Earth en las fechas más cercanas a las utilizadas con las imágenes Landsat, ya que estas tienen mayor resolución espacial y es posible identificar con mejor claridad los sectores inundados y secos en la vegetación del humedal. Estas imágenes se pueden contrastar con las de Landsat y así estimar las áreas con un mayor grado de seguridad y validez para las fechas correspondientes (ver **Figura N°A.5**).

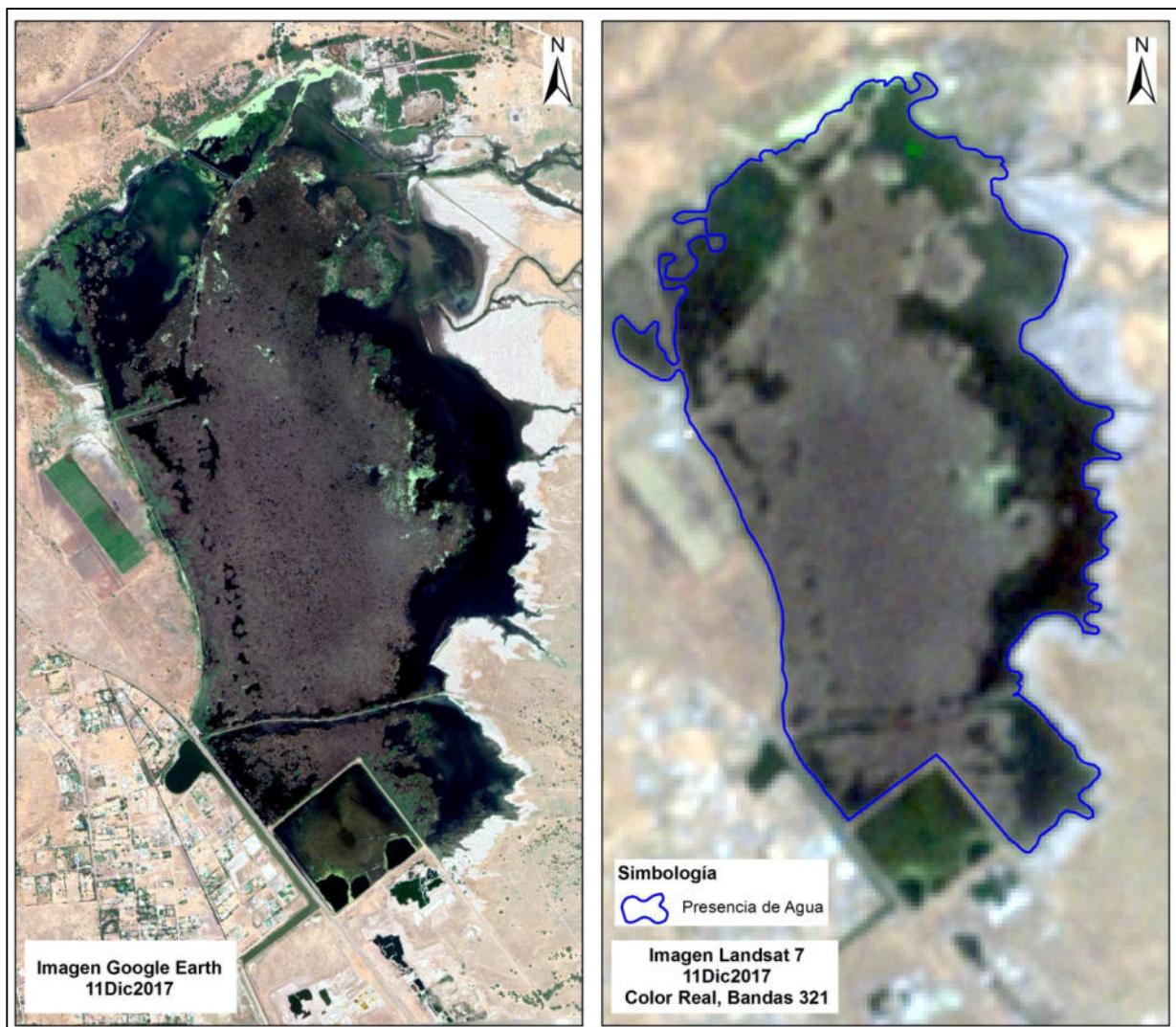


Figura N°A.5: Imagen Google Earth (izquierda) y delimitación de área “Presencia de Agua” (derecha en azul).

Se generaron 28 figuras (ver figuras a continuación, **Figuras N°A.6 a N°A.30**), compuestas cada una de ellas por 3 combinaciones de bandas (por una diagramación óptima de la figura), y sobrepuertas en ellas los contornos de presencia de agua (indicando superficie en hectáreas), vegetación y espejos de agua, señalando además la fecha y al satélite Landsat que pertenece.

El resultado de las áreas para cada elemento delimitado se detalla en la **Tabla N°A.1** (resumen en página inicial)

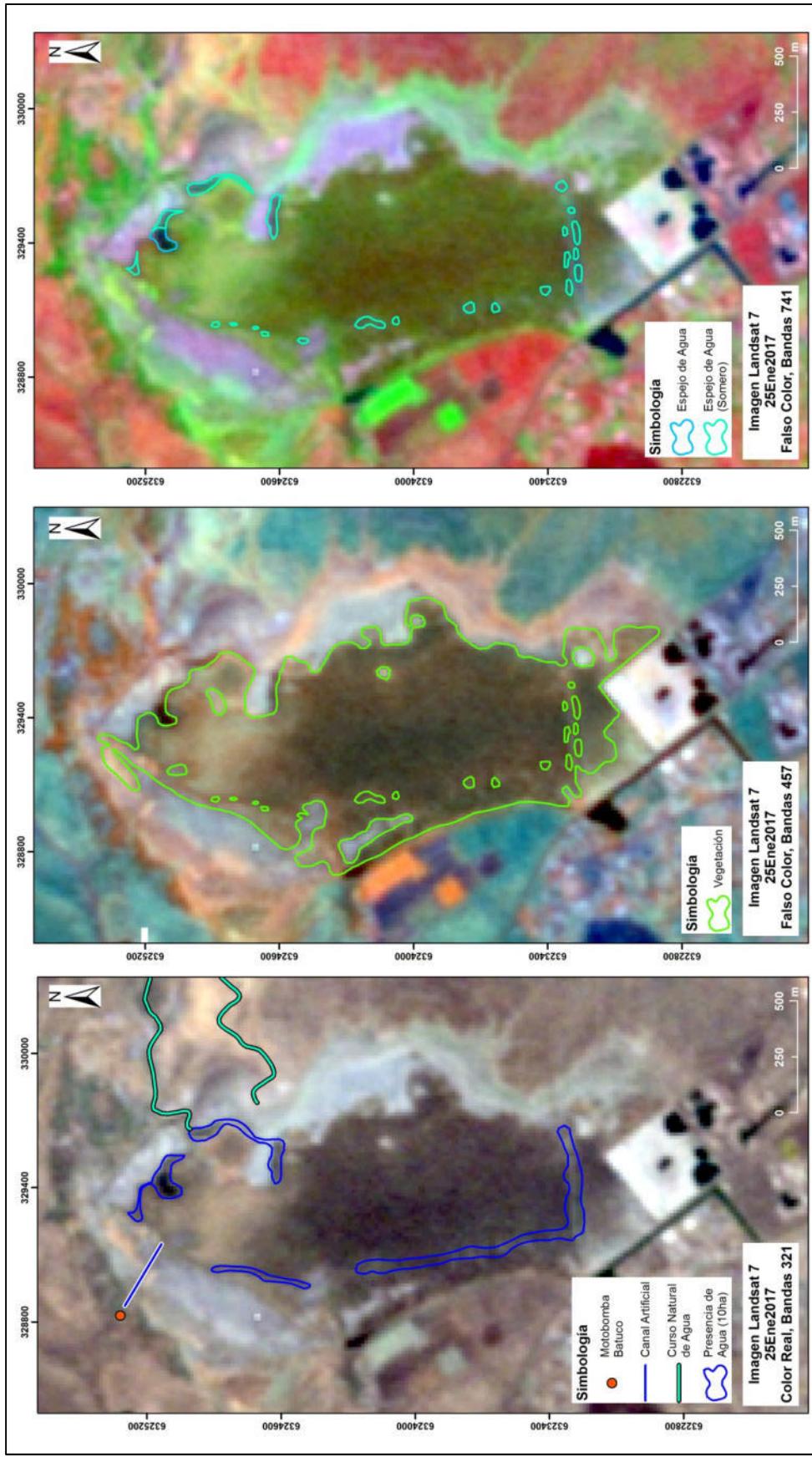


Figura N°A.6. Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 25Ene2017 en Landsat 7.

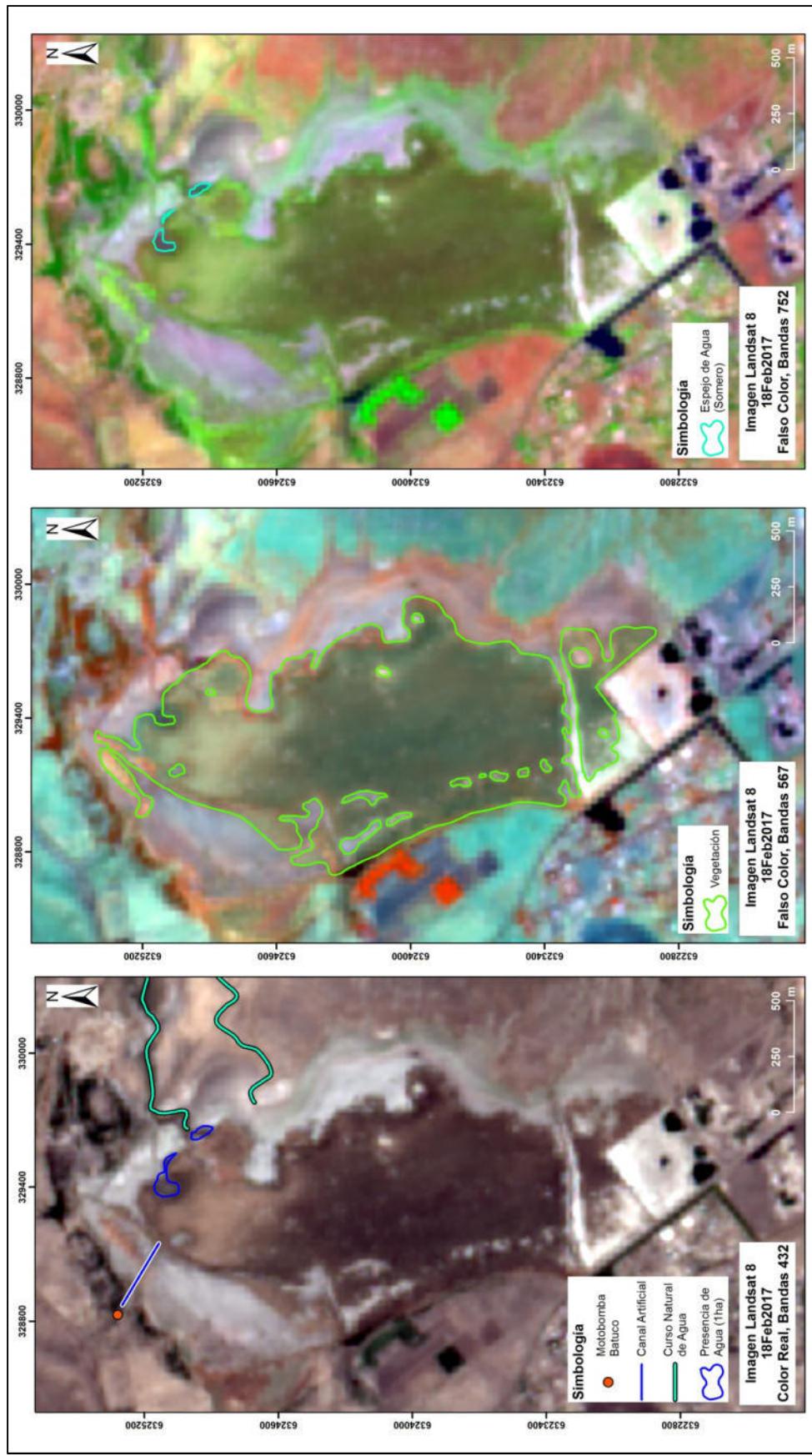


Figura N°A.7. Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 18Feb2017 en Landsat 8.

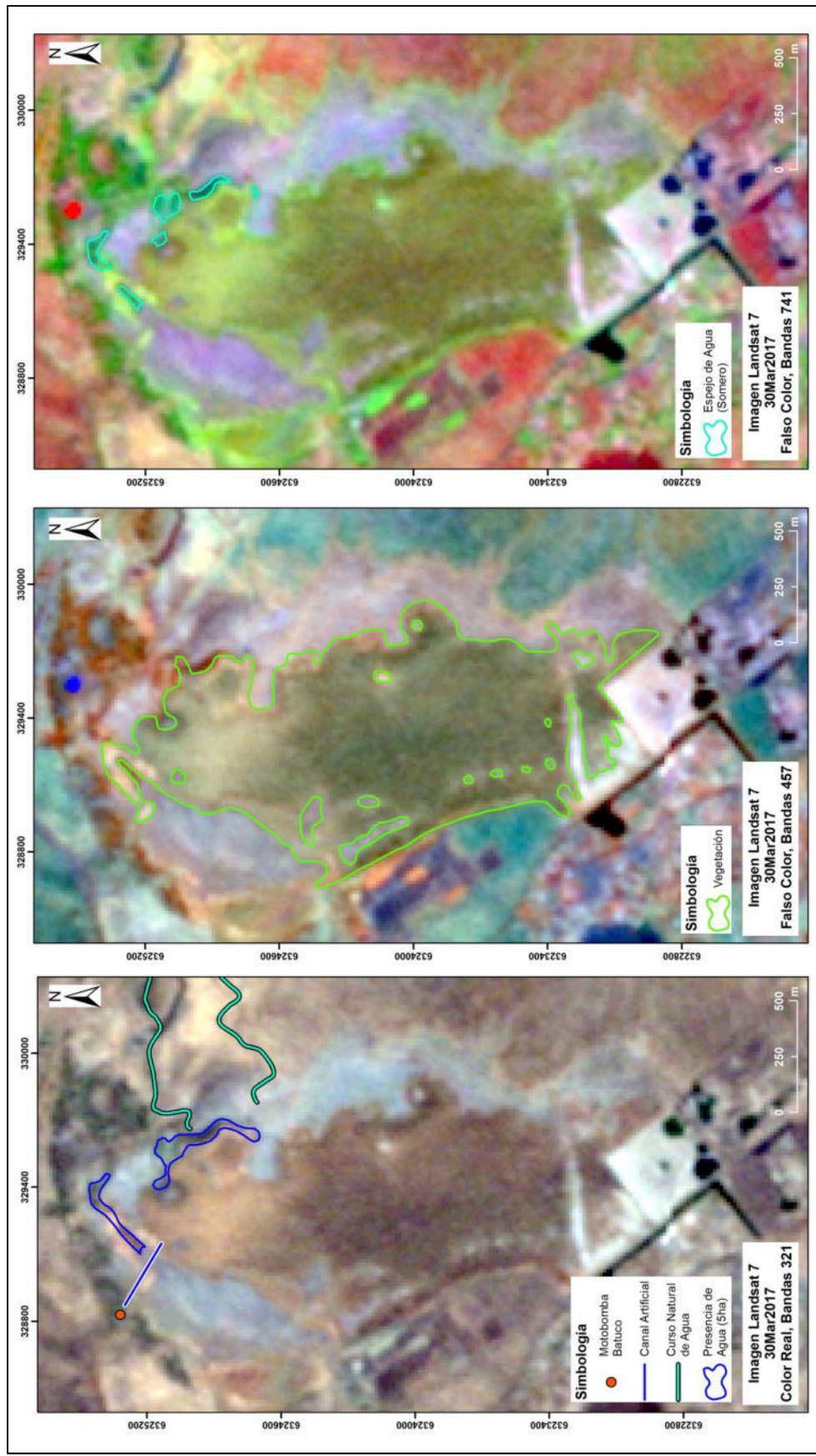


Figura N°A.8: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 30Mar2017 en Landsat 7.

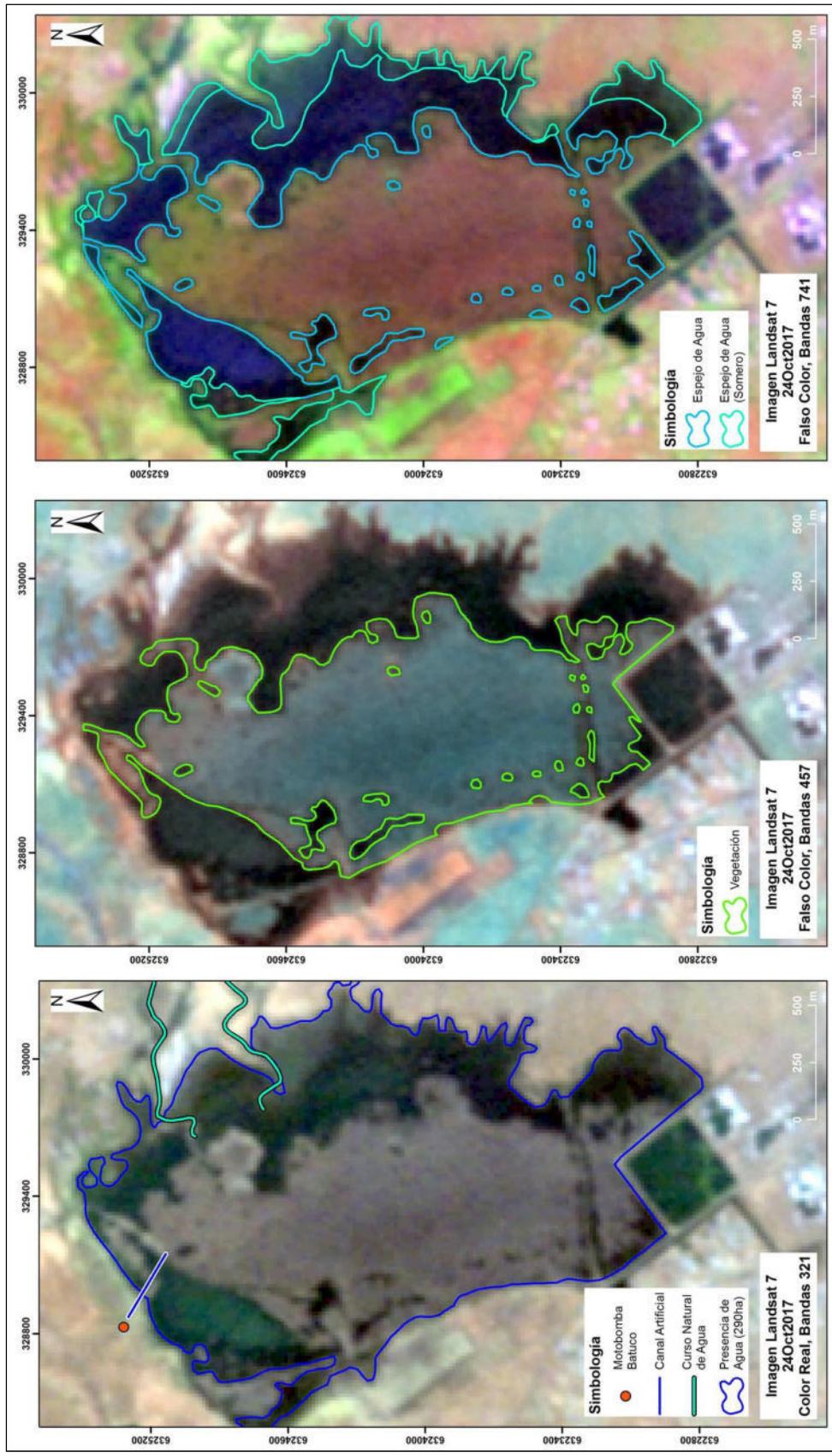


Figura N°A.9. Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 24Oct2017 en Landsat 7.

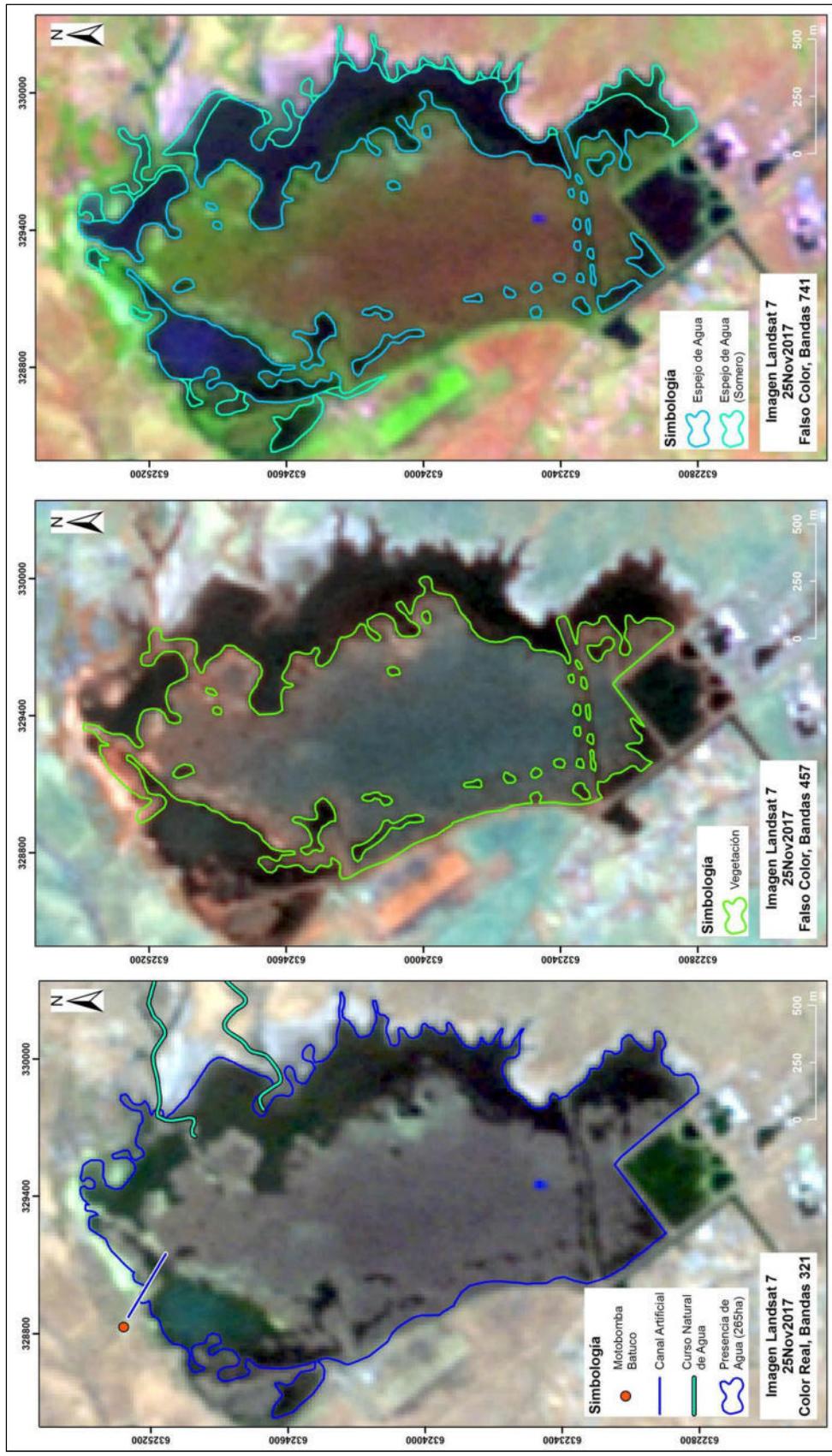


Figura N°A.10. Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 25Nov2017 en Landsat 7.

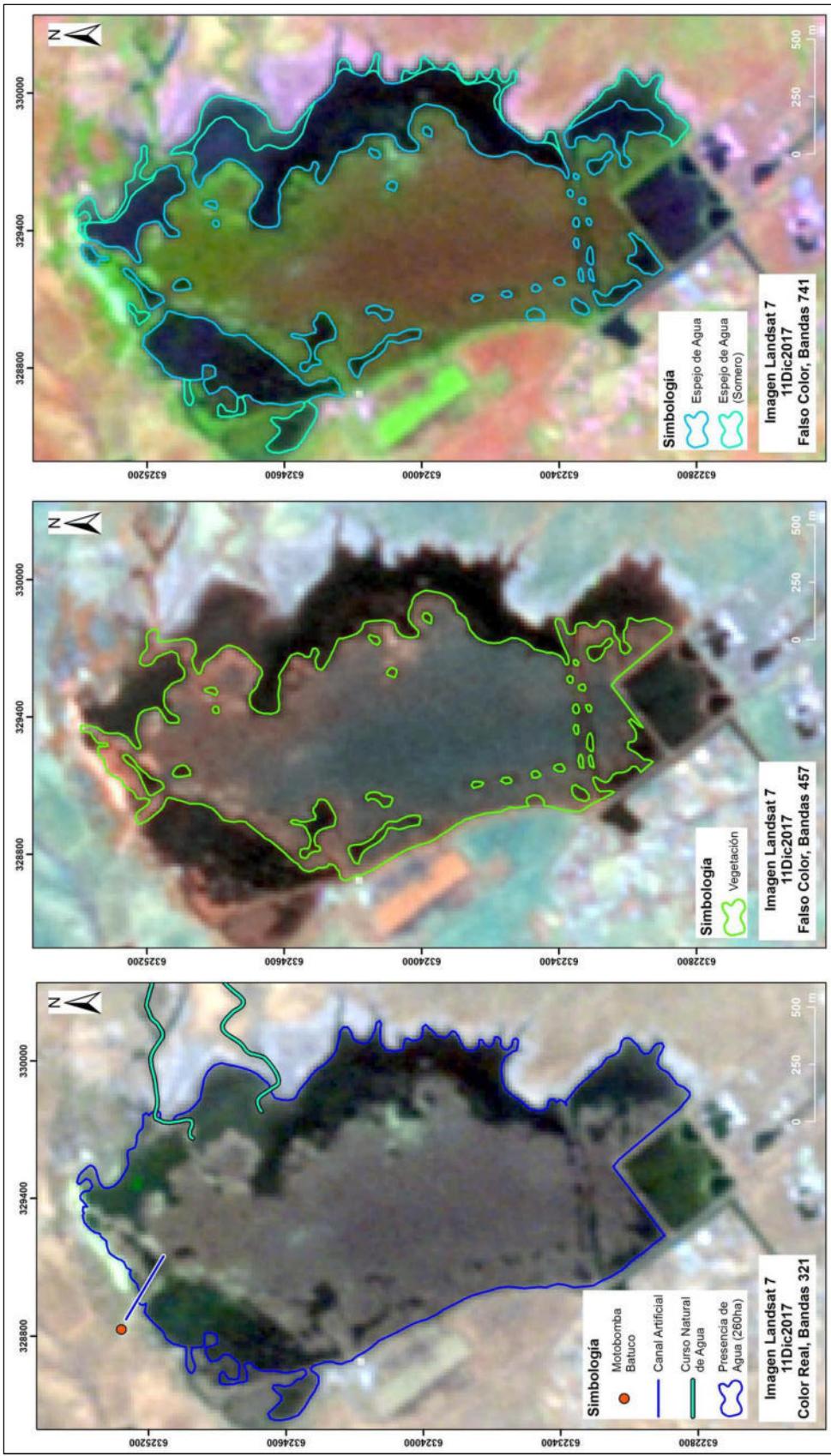


Figura N°A.11: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 11Dic2017 en Landsat 7.

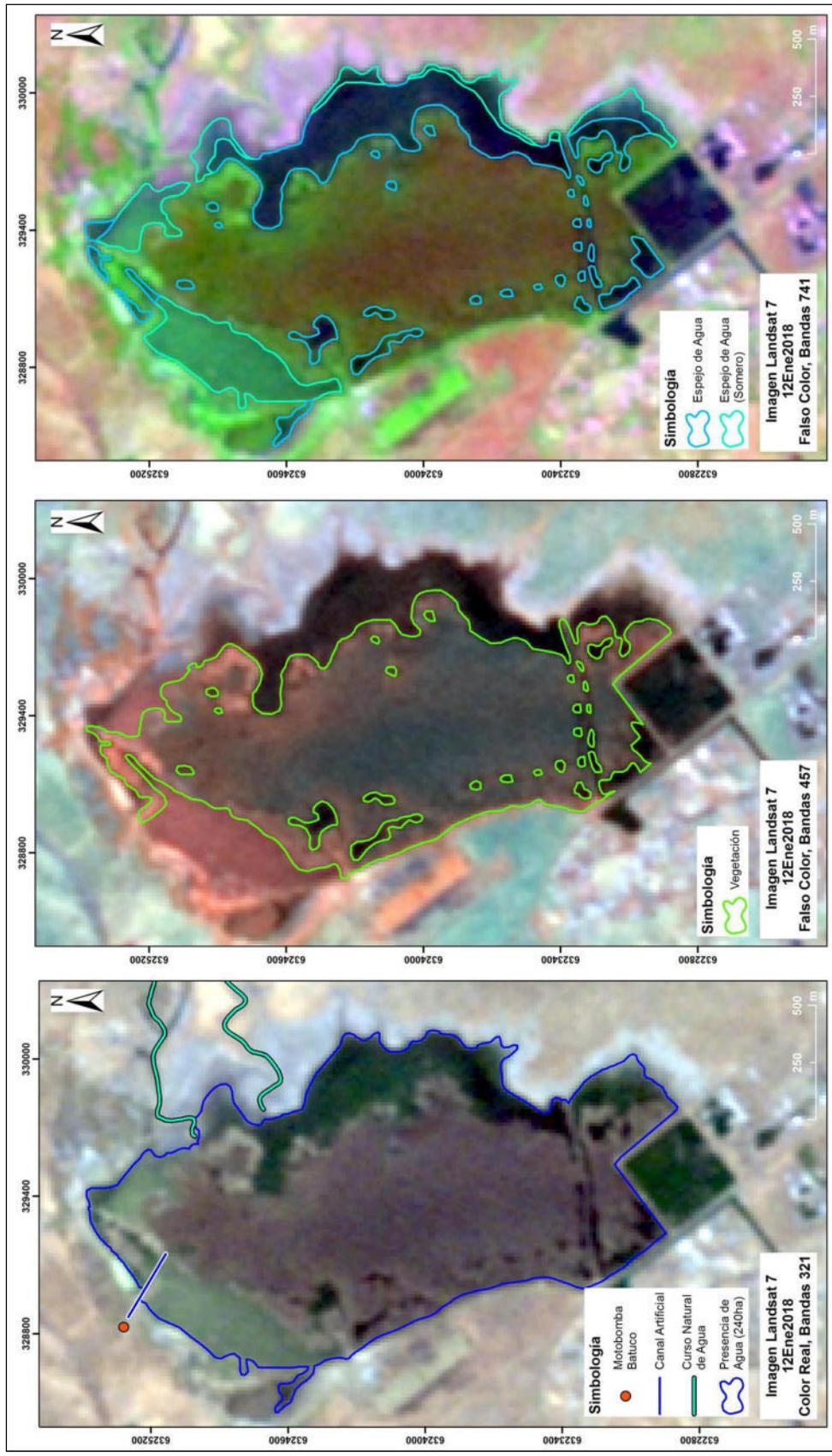


Figura N°A.12: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 12Ene2018 en Landsat 7.

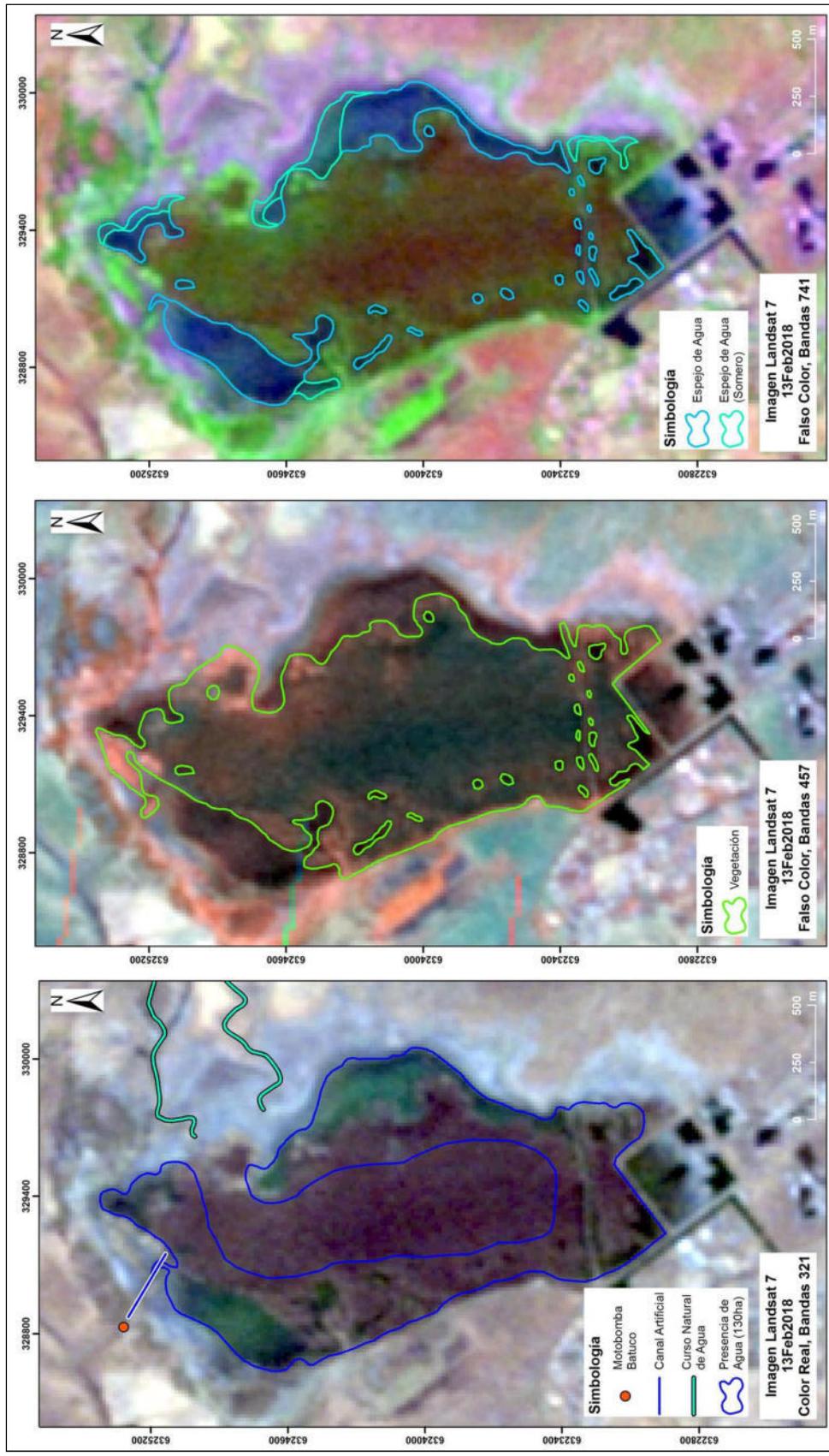


Figura N°A.13: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 13Feb2018 en Landsat 7.

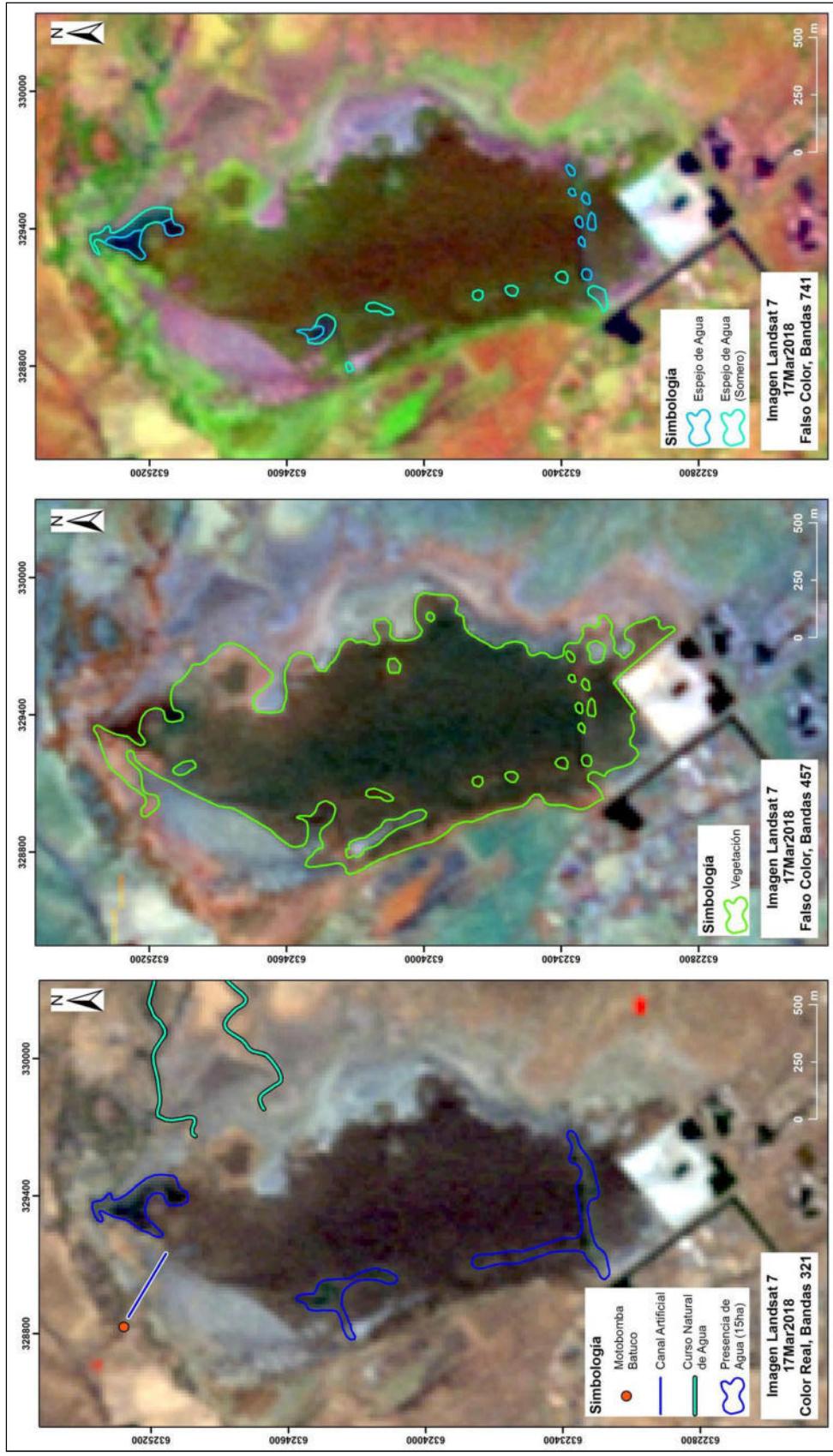


Figura N°A.14: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 17Mar2018 en Landsat 7.

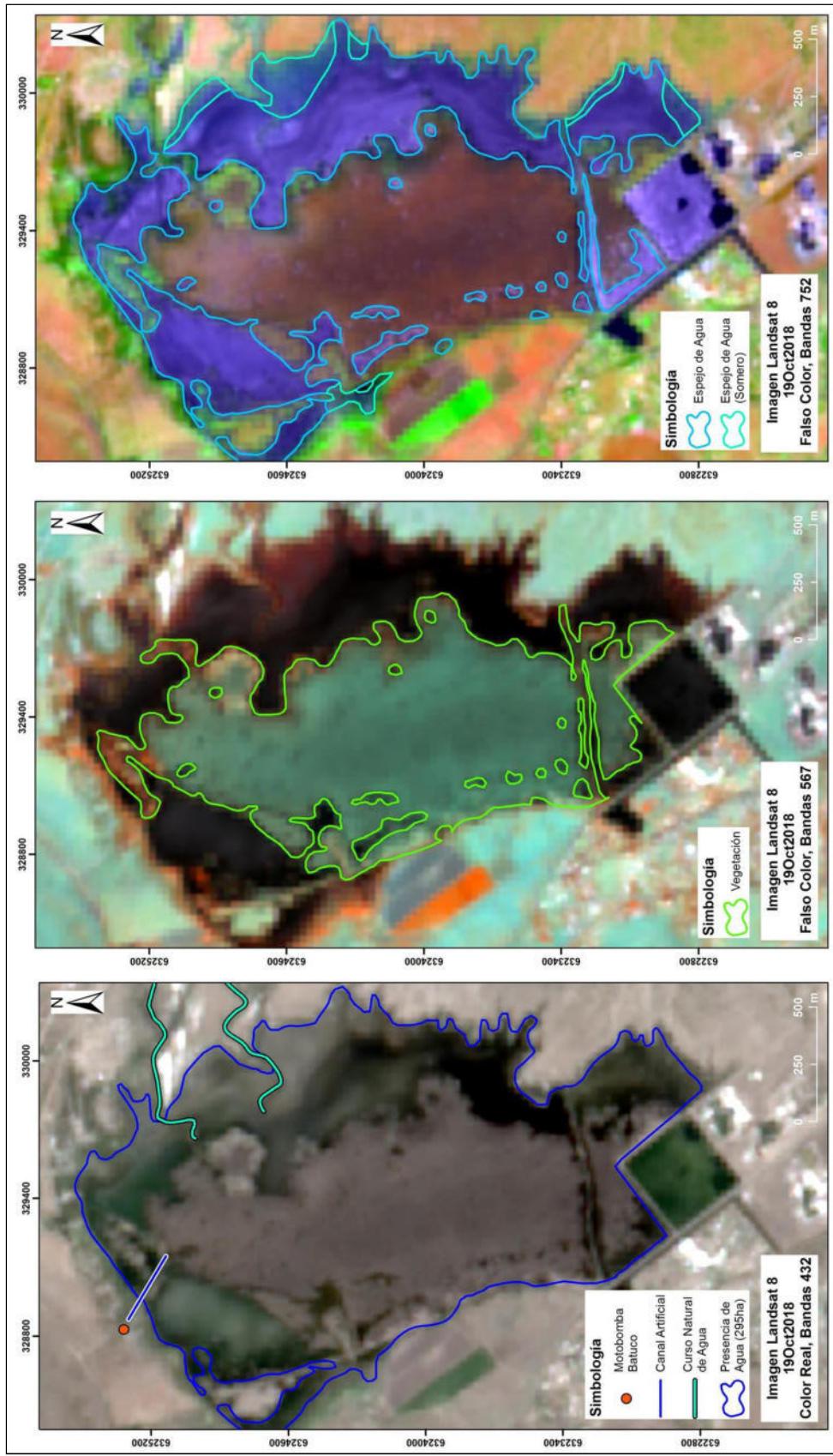


Figura N°A.15: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 19Oct2018 en Landsat 8.

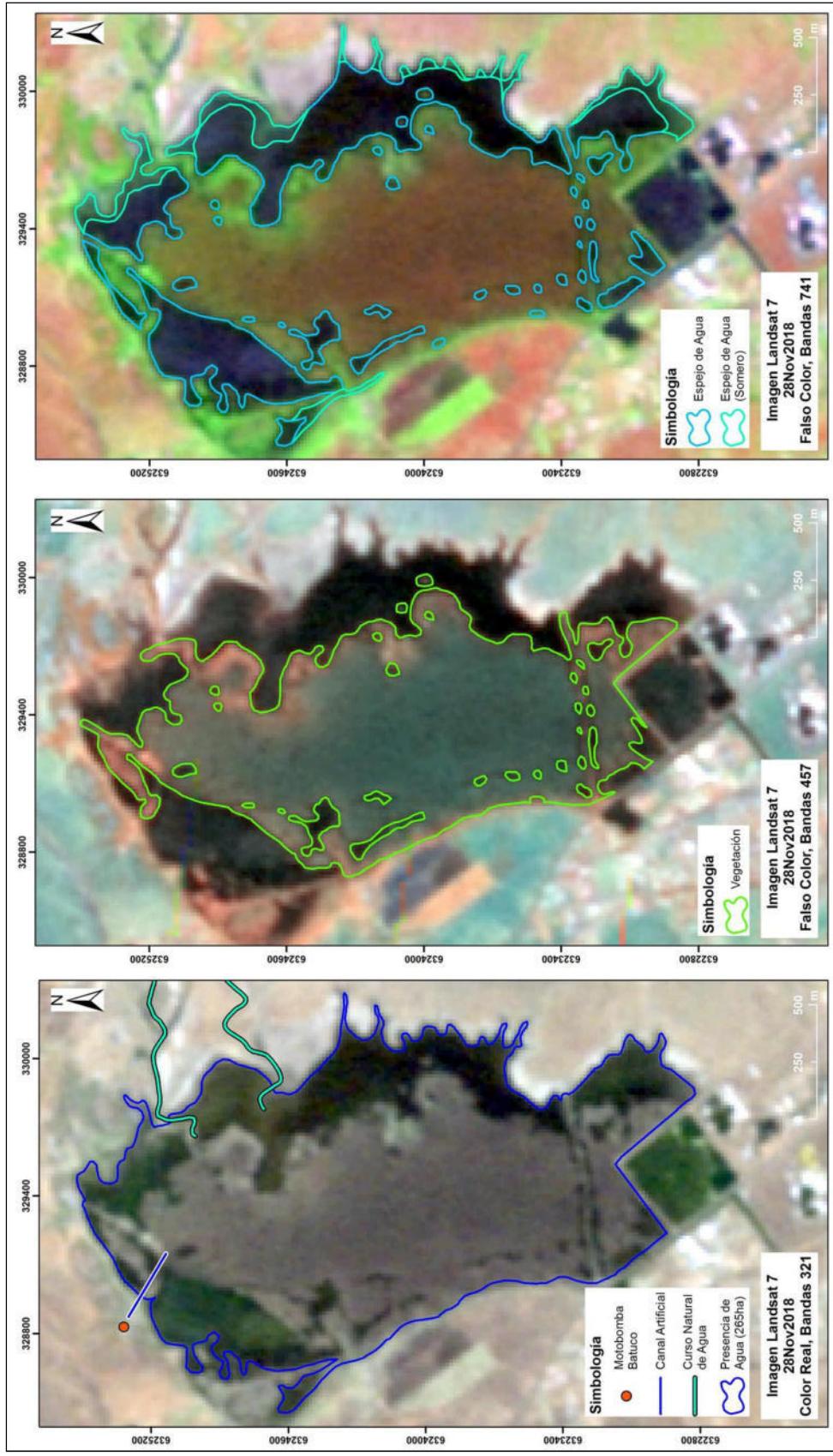


Figura A.16: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 28Nov2018 en Landsat 7.

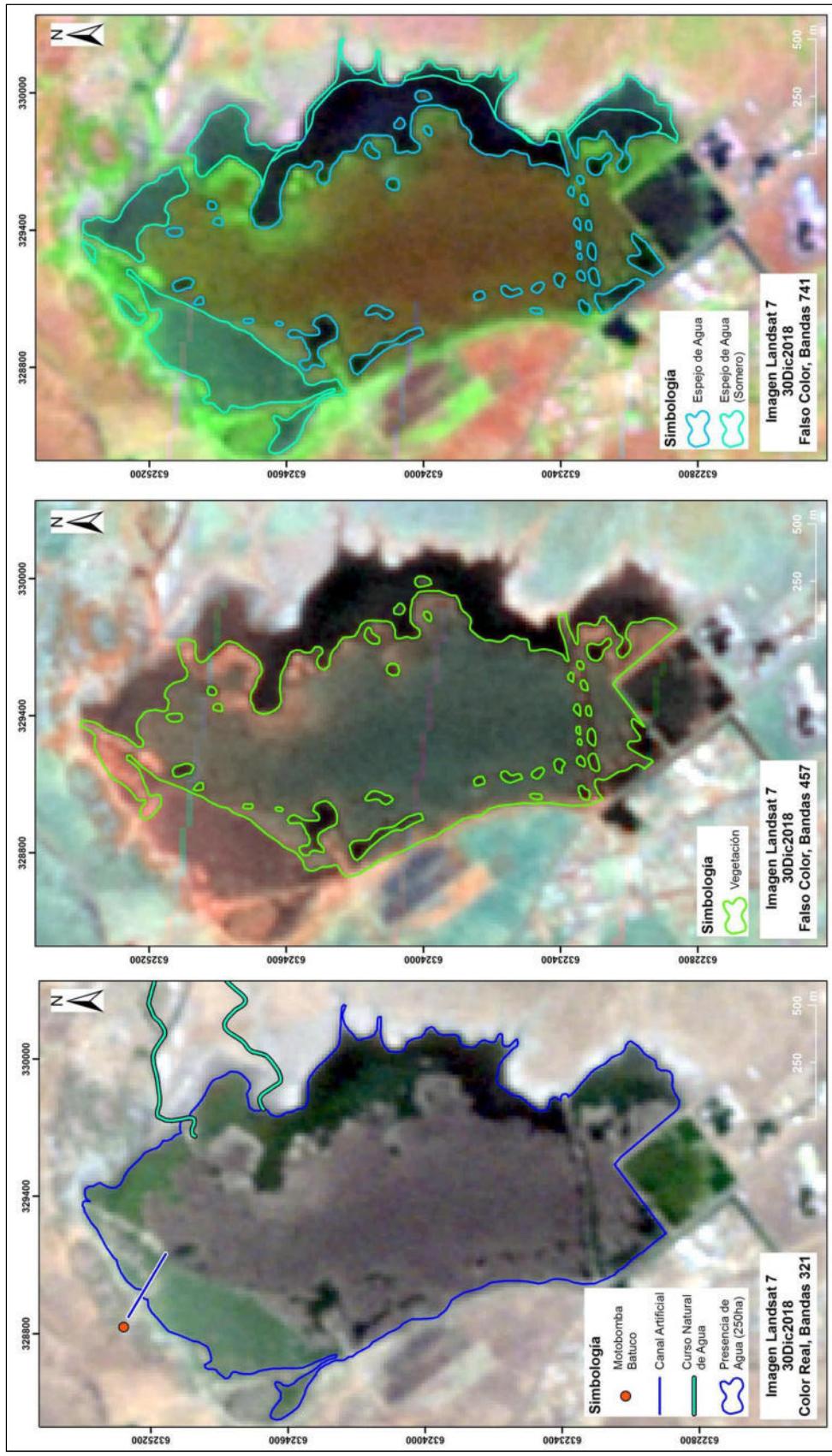


Figura N°A.17: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 30Dic2018 en Landsat 7.

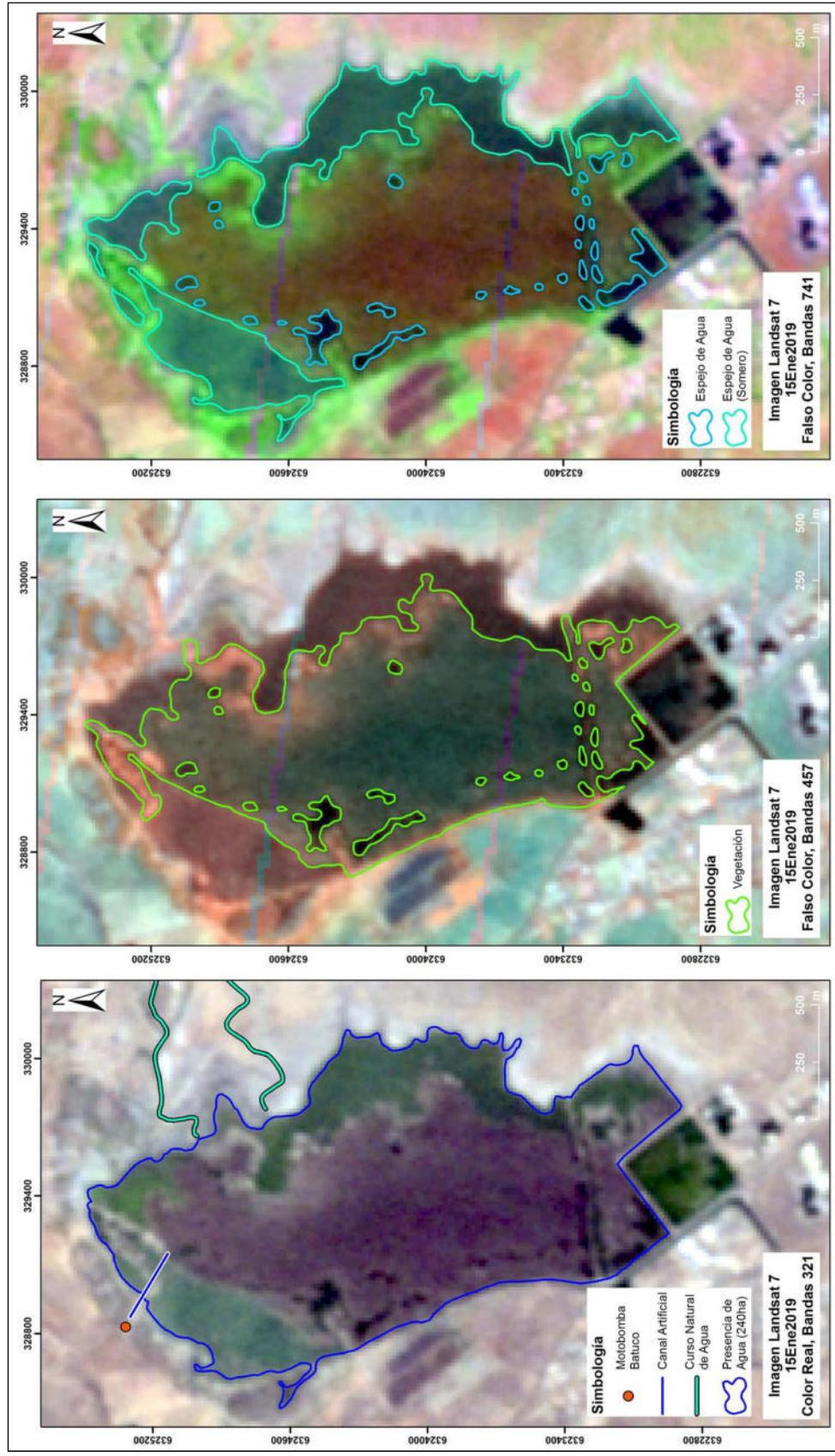


Figura N°A.18: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 15Ene2019 en Landsat 7.

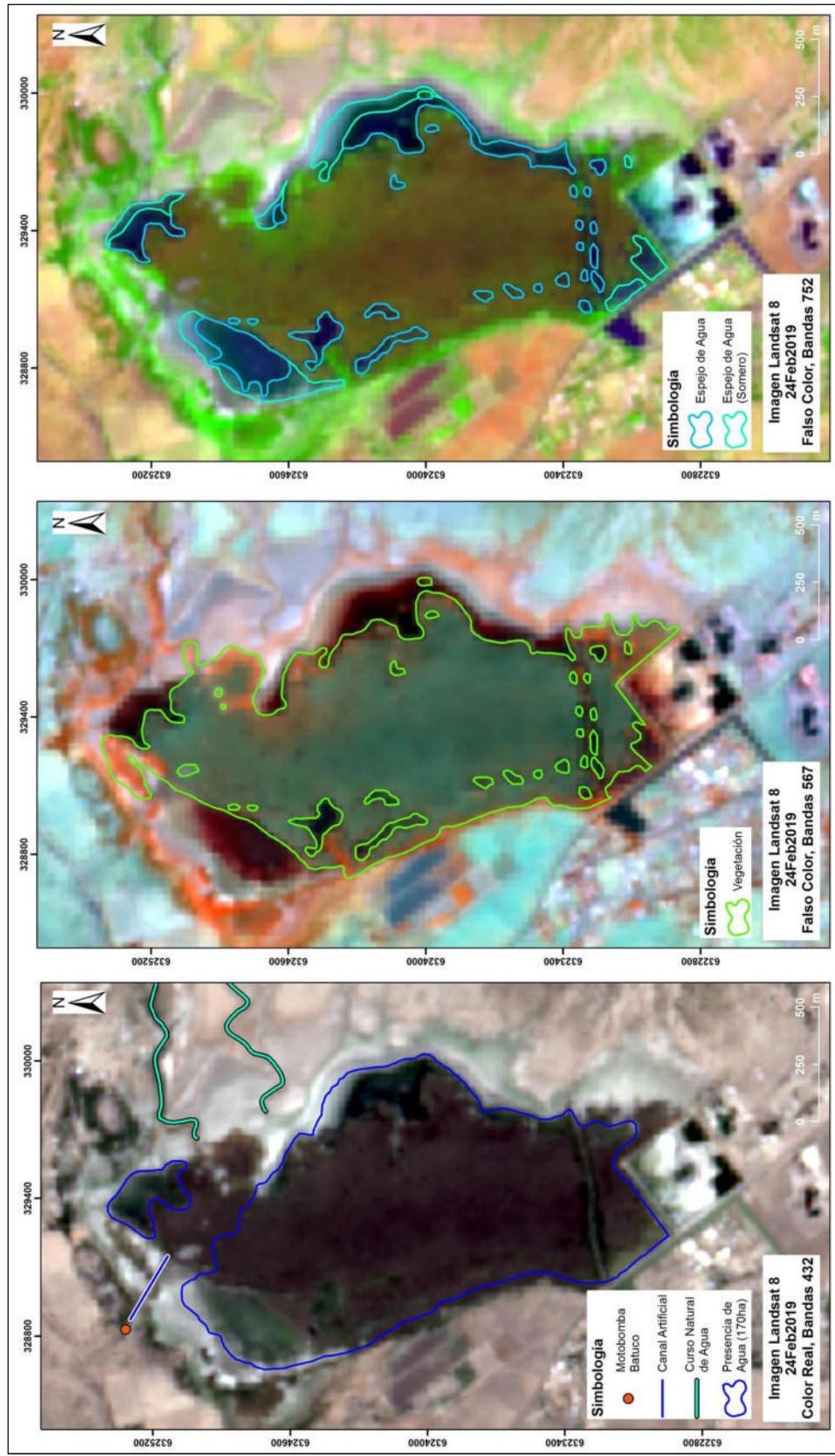


Figura N°A.19: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 24Feb2019 en Landsat 8.

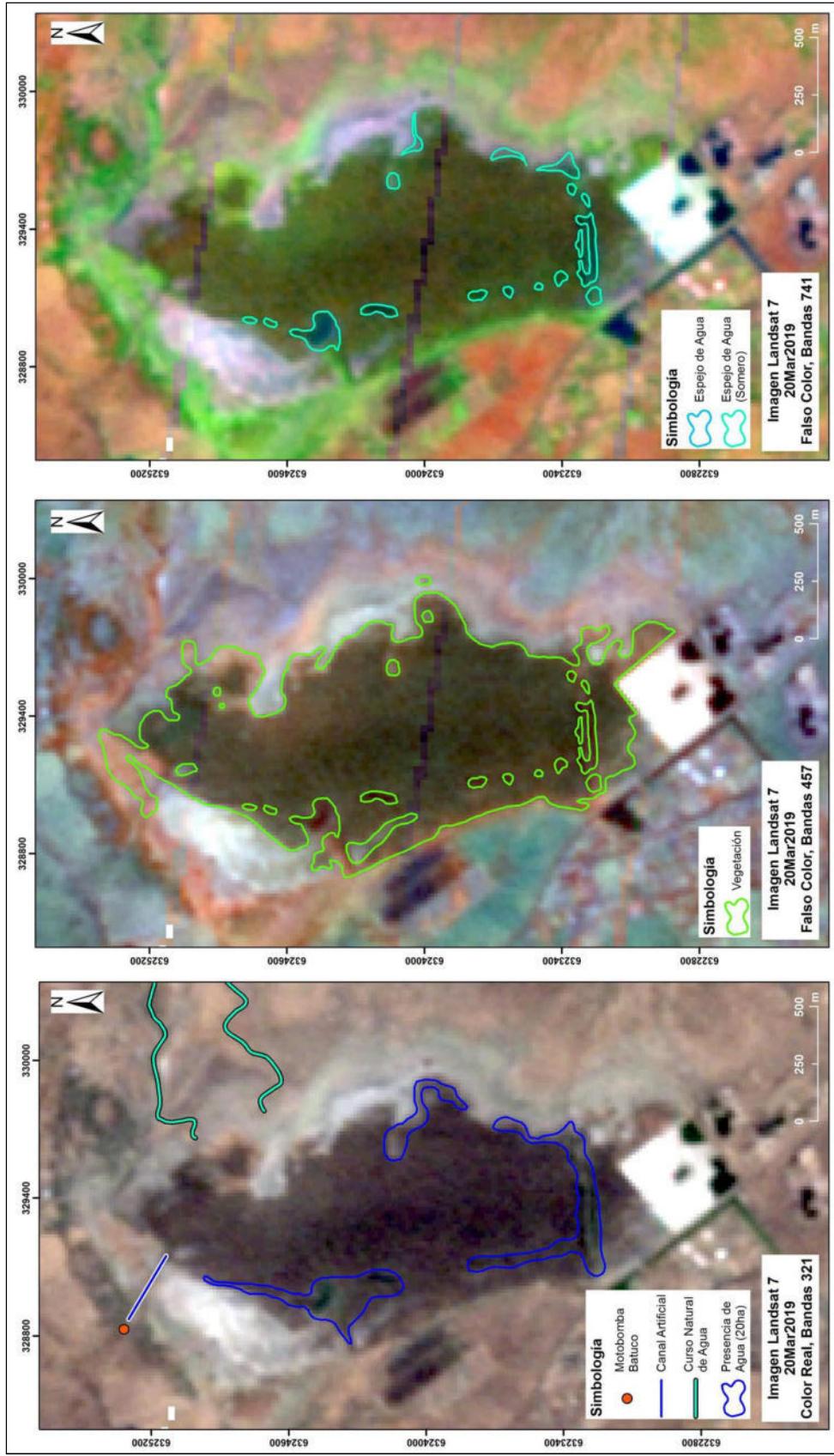


Figura N°A.20: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 20Mar2019 en Landsat 7.

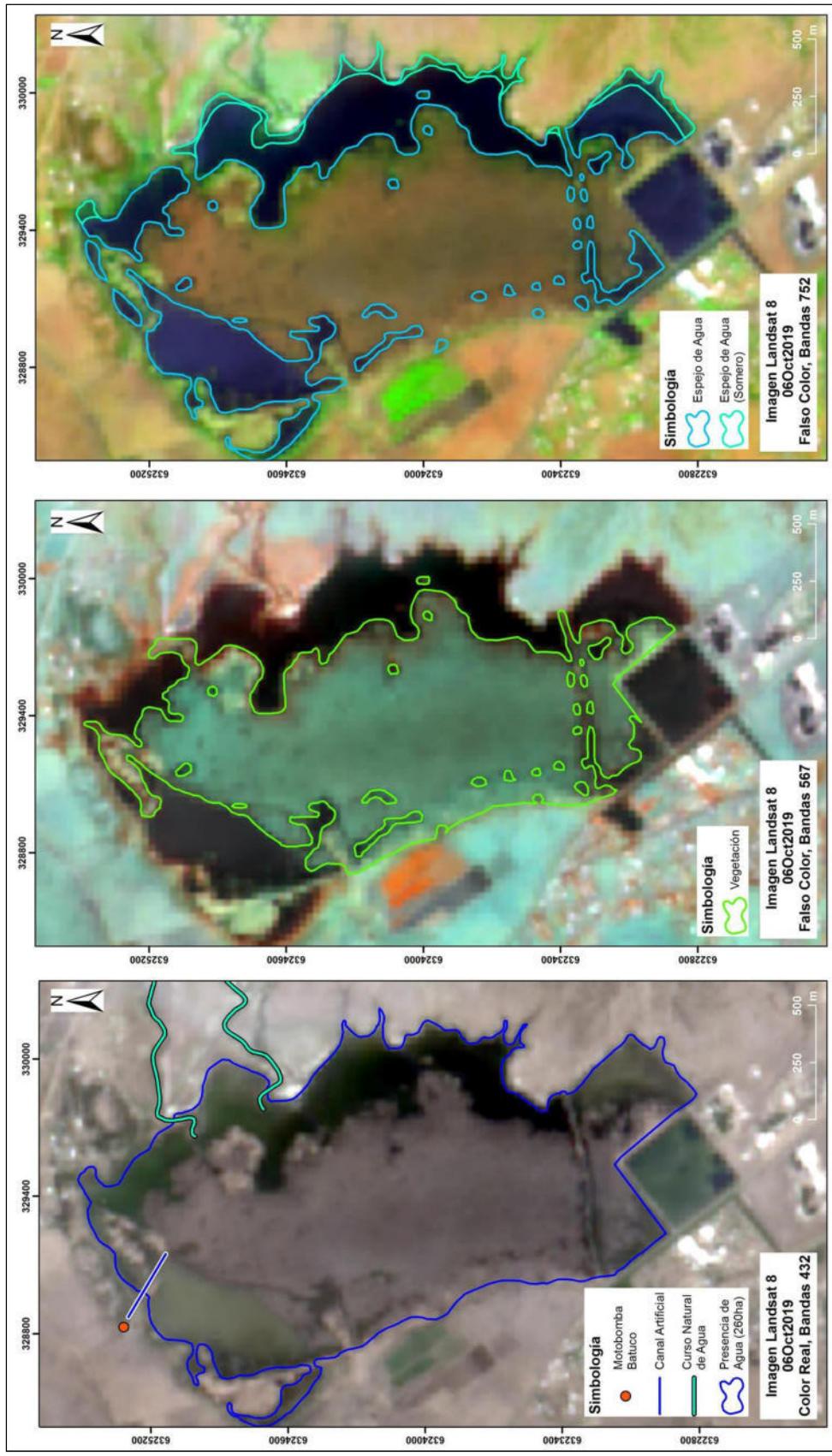


Figura N°A.21. Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 06Oct2019 en Landsat 8.

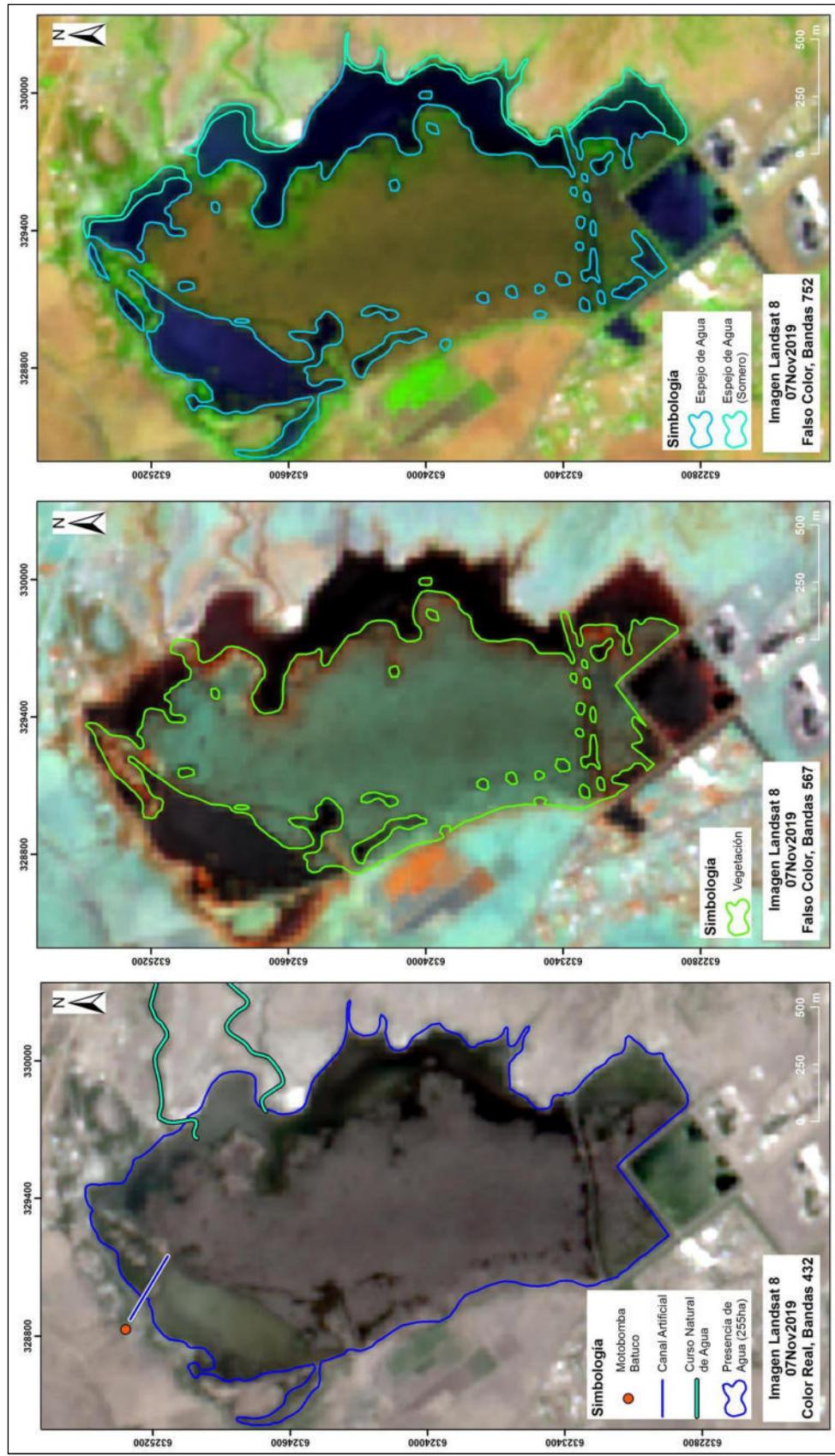


Figura N°A.22. Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 07Nov2019 en Landsat 8.

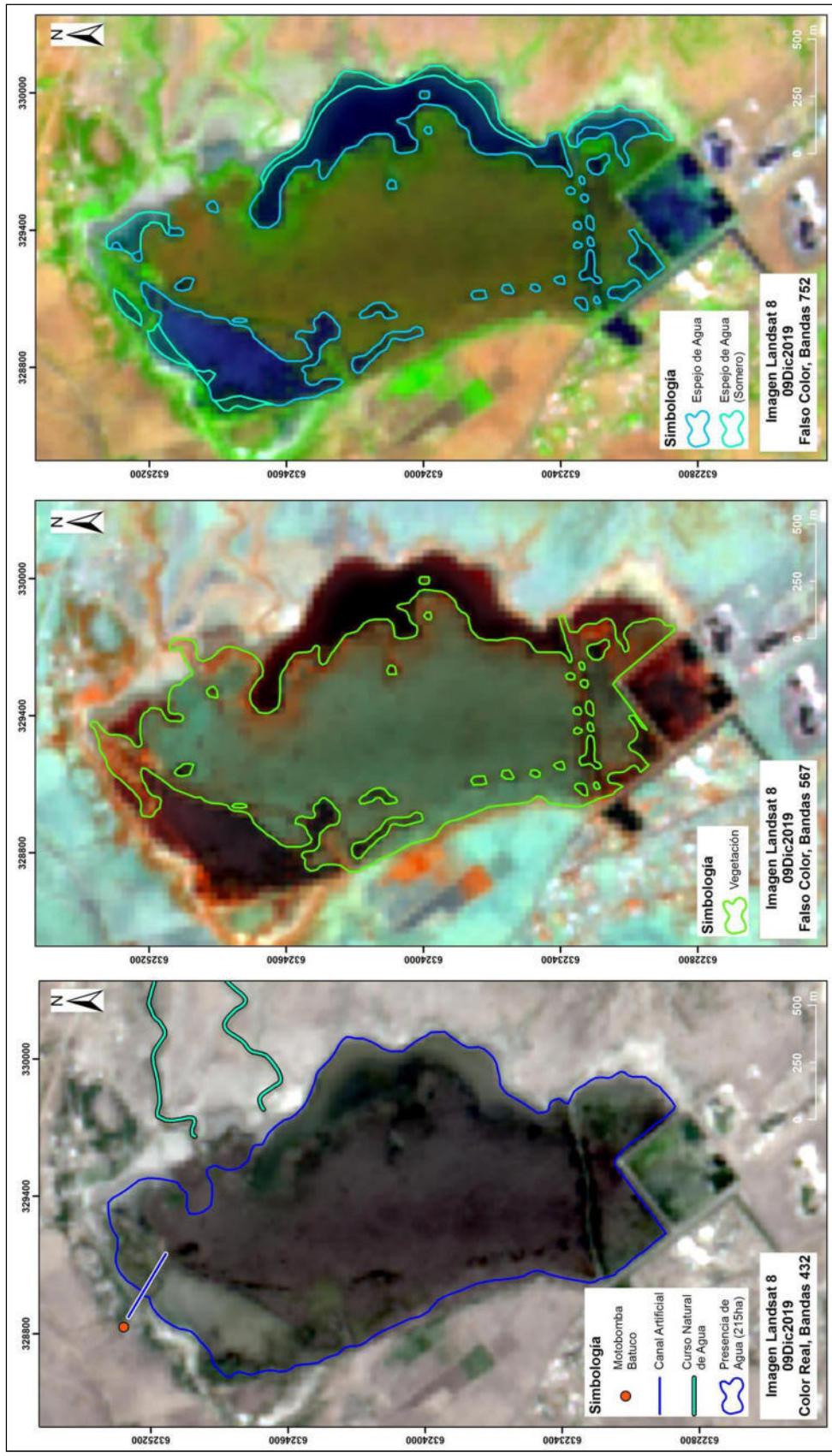


Figura N°A.23: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 09Dic2019 en Landsat 8.

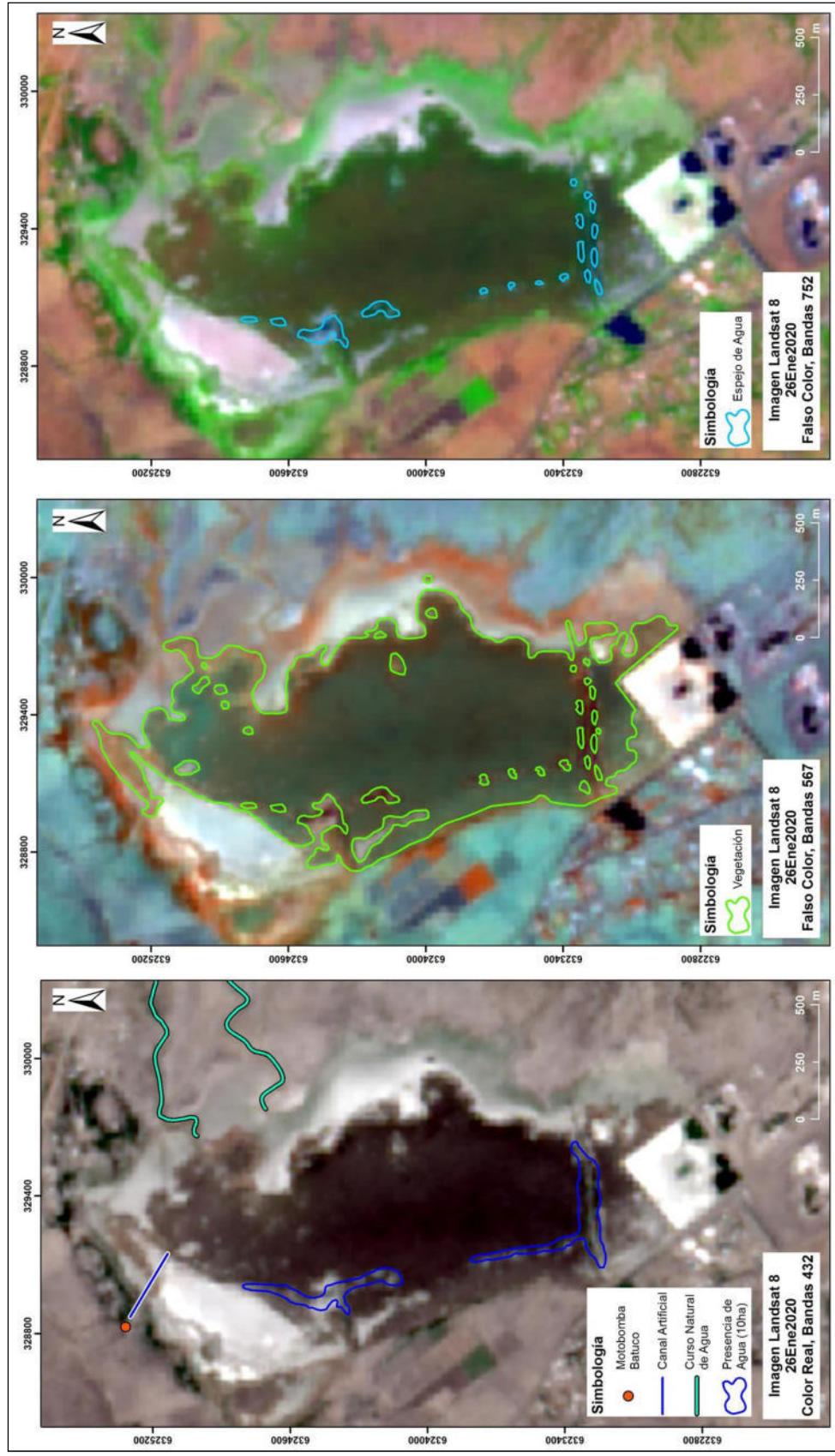


Figura N°A.24: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 26Ene2020 en Landsat 8.

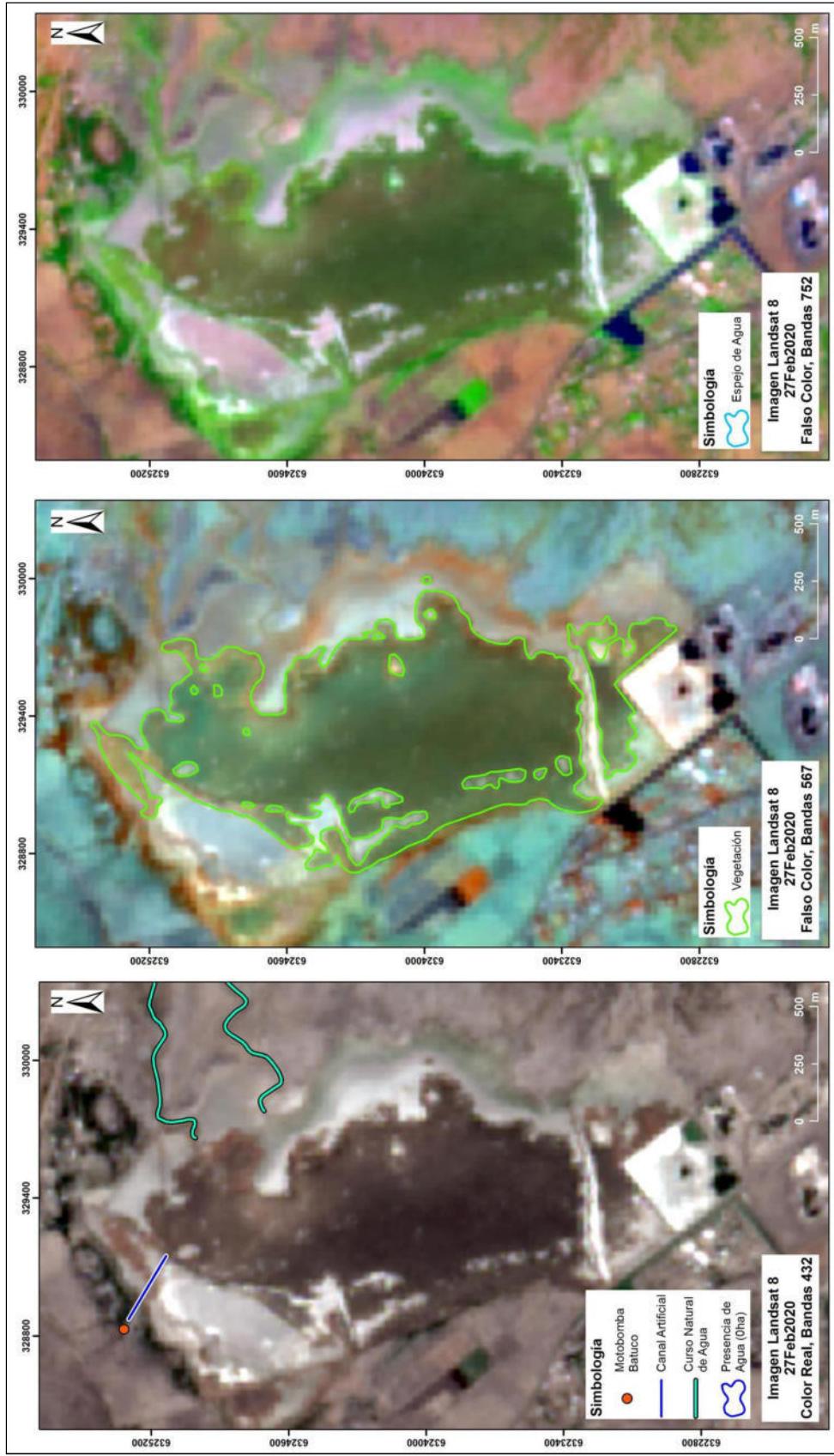


Figura N°A.25: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 27Feb2020 en Landsat 8.

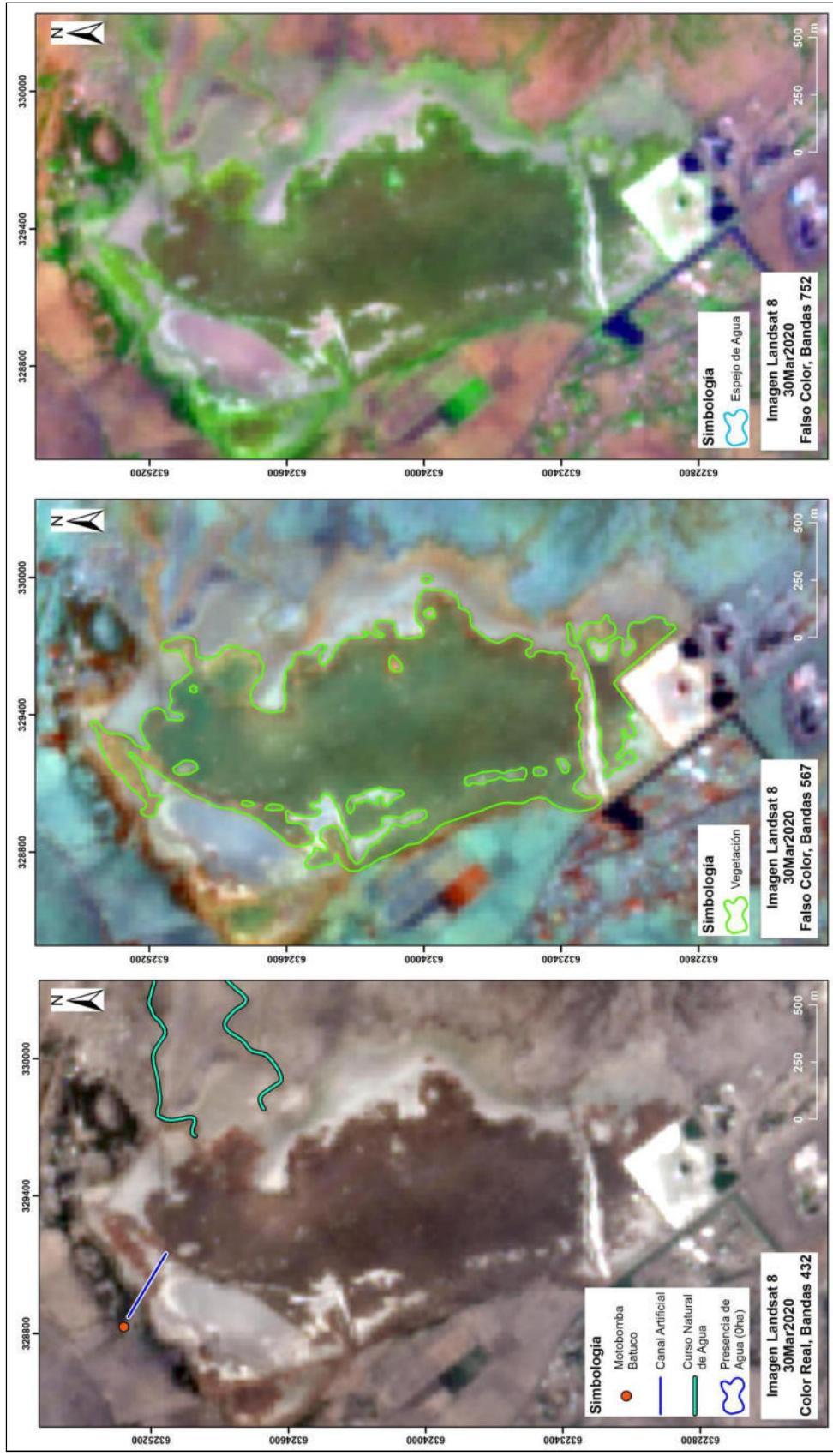


Figura N°A.26: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 30Mar2020 en Landsat 8.

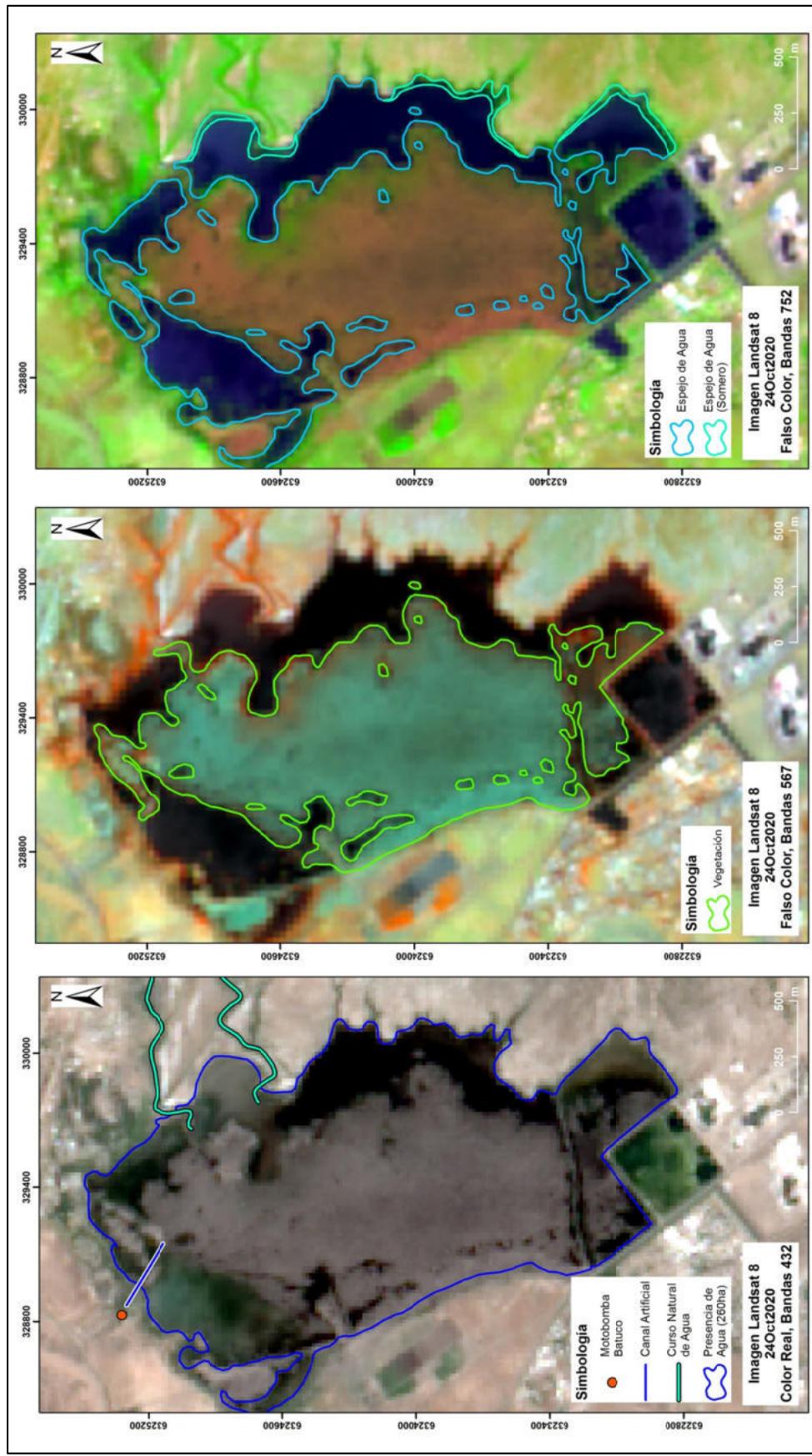


Figura N°A.27: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 24Oct2020 en Landsat 8.

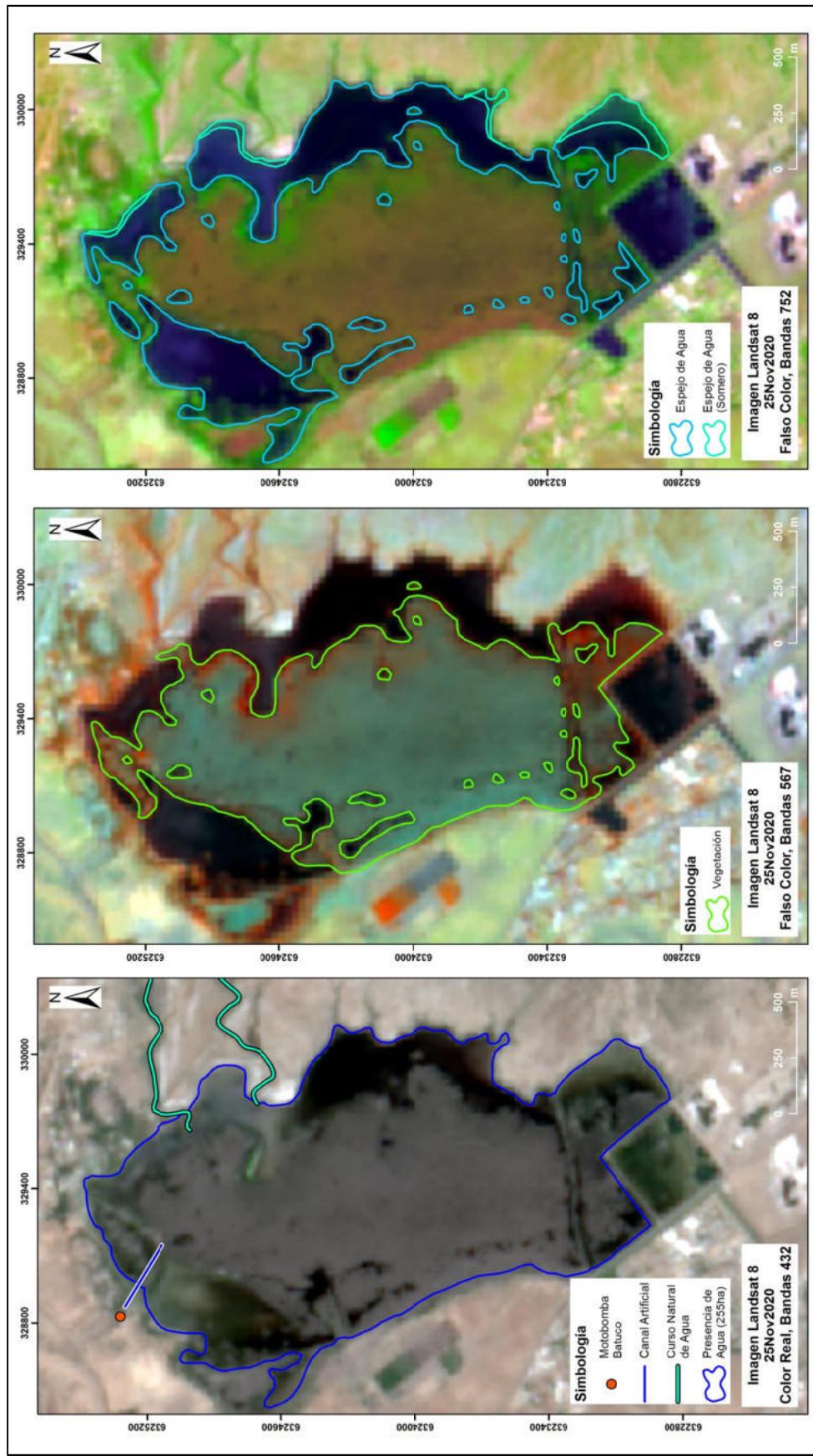


Figura N°A.28: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 25Nov2020 en Landsat 8.

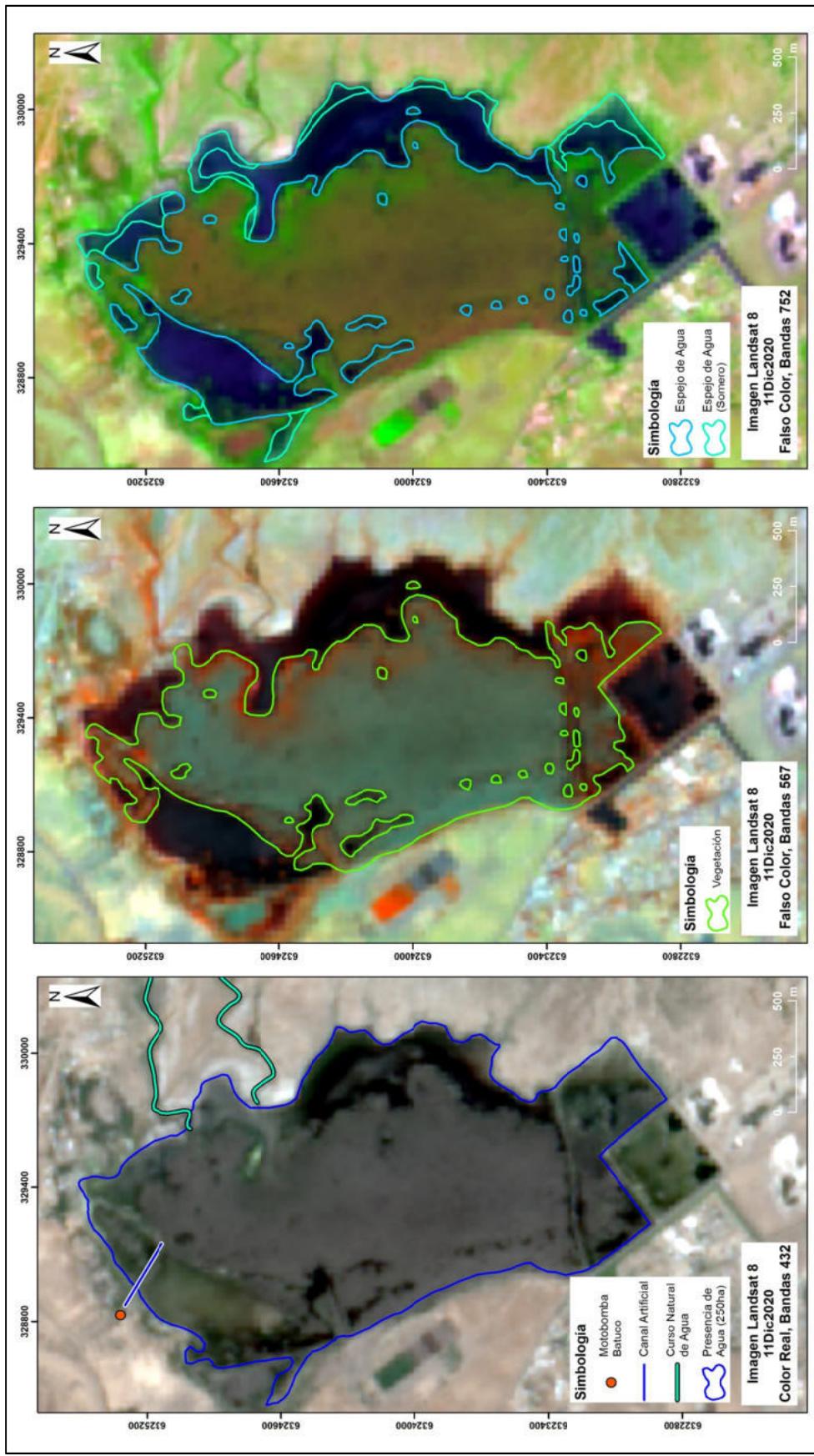


Figura N°A.29: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 11Dic2020 en Landsat 8.

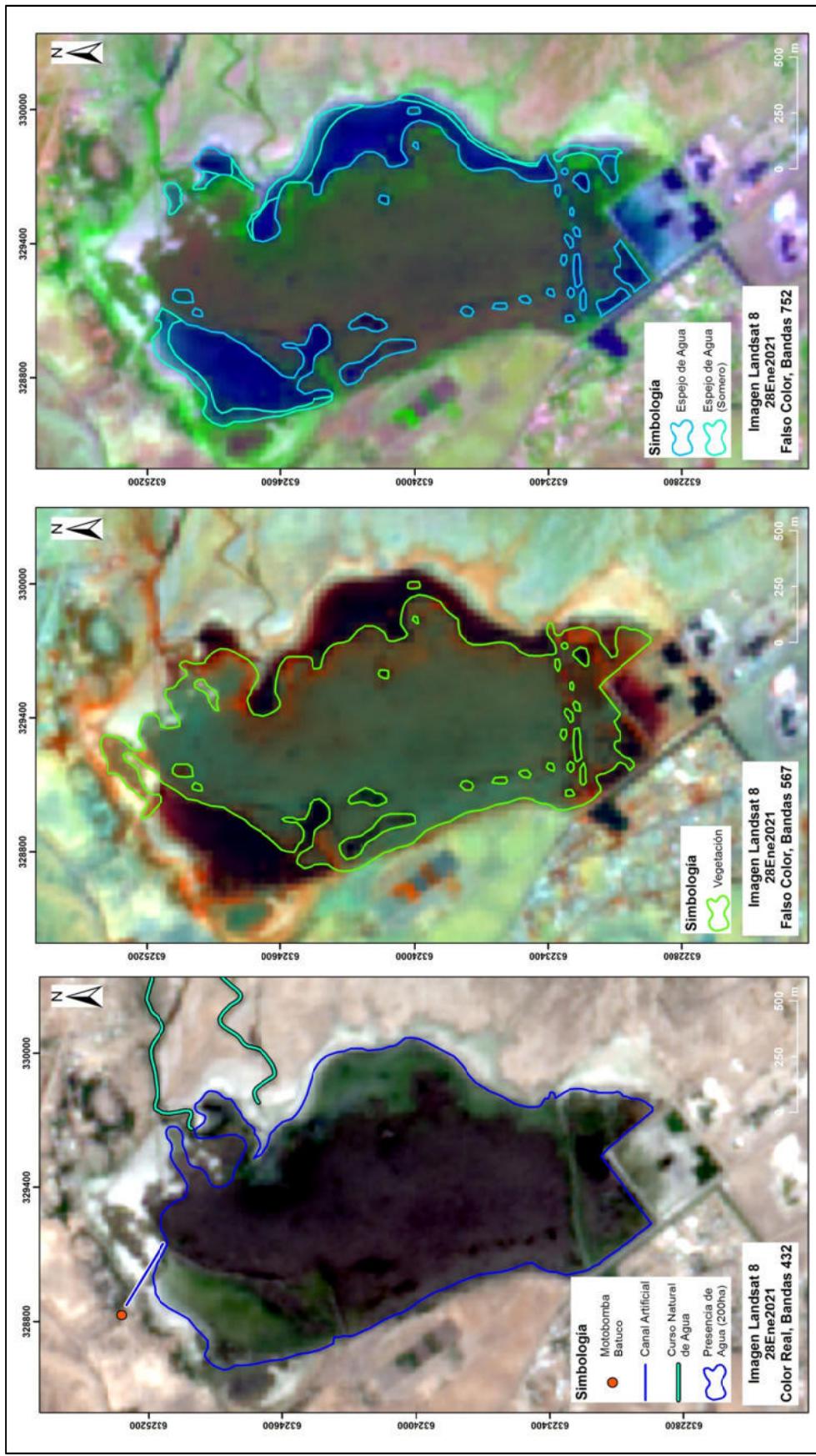


Figura N°A.30: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 28Ene2021 en Landsat 8.

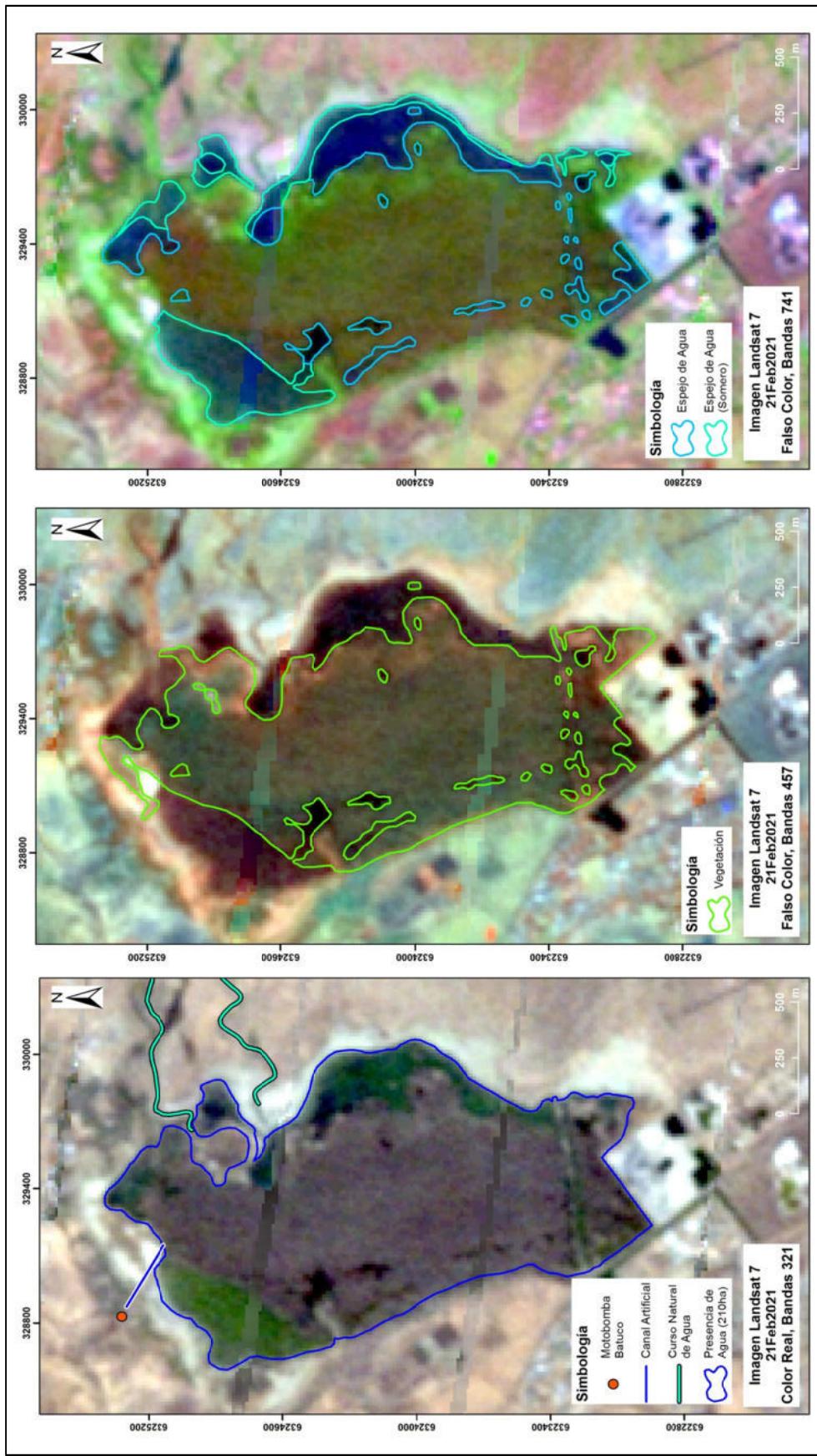


Figura N°A.31: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 21Feb2021 en Landsat 7.

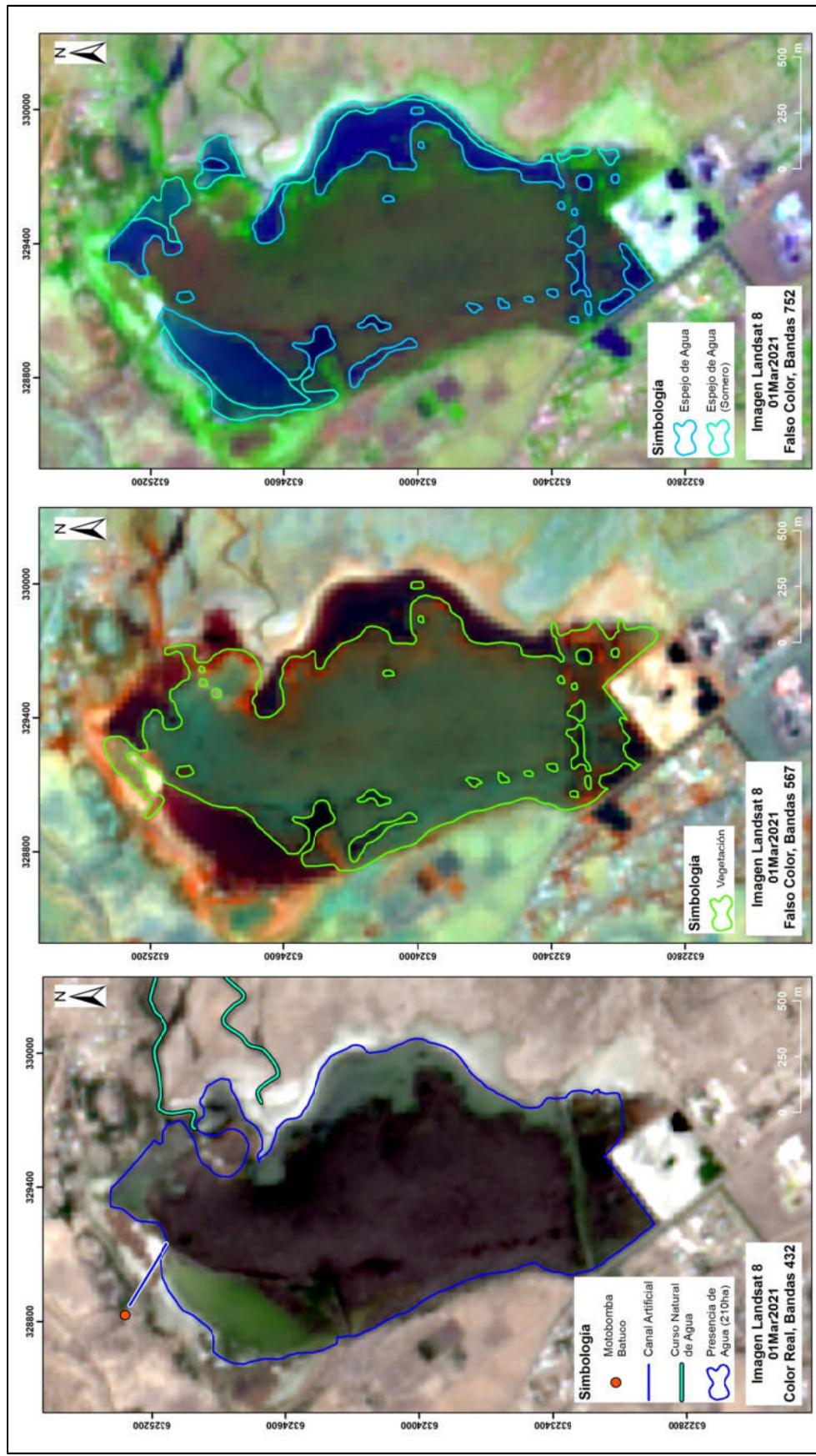


Figura N°A.32: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 01Mar2021 en Landsat 8.

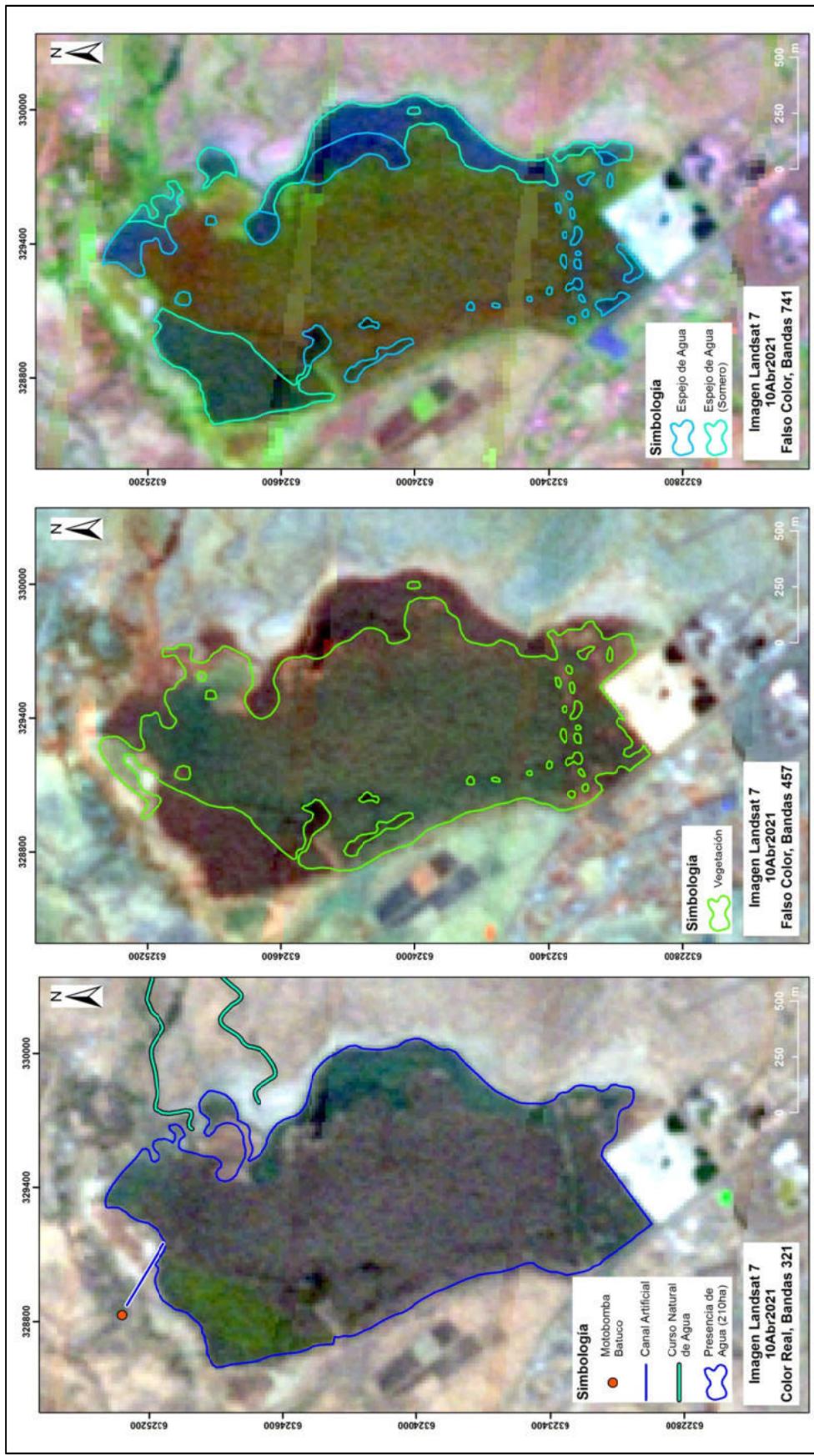


Figura N°A.33: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 10Abr2021 en Landsat 7.

ANEXO B

Caudales Descarga PTAS La Cadellada

GP-INF-S-699, Rev. P

Agosto 2021



Tabla N°B.1: Caudales Promedio Mensuales Tratados. Fuentes: SISS y SACYR

Razon Social	Comuna	Region	Periodo informado	Codigo Pta	Descripcion Pta	Tecnologia	Descripcion Vo	Valor informado	mes-ano	Fuente
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201701	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	167	ene-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201702	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	169	feb-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201703	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	169	mar-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201704	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	175	abr-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201705	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	176	may-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201706	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	162	jun-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201707	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	179	jul-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201708	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	178	ago-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201709	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	260	sep-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201710	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	258	oct-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201711	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	259	nov-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201712	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	215	dic-17	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201801	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	213	ene-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201802	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	168	feb-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201803	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	195	mar-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201803	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	195	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201804	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	251	abr-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201804	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	251	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201805	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	219	may-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201805	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	219	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201806	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	241	jun-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201806	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	241	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201807	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	237	Jul-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201807	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	237	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201808	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	248	ago-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201808	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	248	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201809	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	248	sep-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201809	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	248	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201810	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	241	Oct-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201810	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	241	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201811	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	254	Nov-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201811	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	254	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201812	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	232	dic-18	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201812	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	232	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201901	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	239	ene-19	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201901	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	239	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201902	1 PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIRADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	238	feb-19	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201902	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	238	SISS		
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201903	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	219	mar-19	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201904	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	246	abr-19	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201905	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	227	may-19	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201906	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	237	Jun-19	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201907	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	231	Jul-19	SISS	
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA. REGION METROPOLITANA		201908	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	236	ago-19	SISS	

Tabla N°B.1: (Continuación)

Razon Social	Comuna	Region	Periodo Informado	Codigo Pta	Descripcion Pta	Tecnologia	Descripcion Vo	Valor Informado	mes-ano Fuente
			201909	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		238	sep-19 Sacyr
			201910	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		242	oct-19 Sacyr
			201911	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		237	nov-19 Sacyr
			201912	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		221	dic-19 Sacyr
			202001	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		199	ene-20 Sacyr
			202002	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		195	feb-20 Sacyr
			202003	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		175	mar-20 Sacyr
			202004	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		211	abril-20 Sacyr
			202005	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		204	may-20 Sacyr
			202006	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		232	jun-20 Sacyr
			202007	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		234	jul-20 Sacyr
			202008	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		233	ago-20 Sacyr
			202009	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		238	sep-20 Sacyr
			202010	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		222	oct-20 Sacyr
			202011	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		232	nov-20 Sacyr
			202012	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		225	dic-20 Sacyr
			202101	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		227	ene-21 Sacyr
			202102	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		263	febrero-21 Sacyr
			202103	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		220	marzo-21 Sacyr
			202104	10 NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal /Medio Mensual (l/s)		242	abril-21 Sacyr

Tabla N°B.2: Caudales de la Descarga Provisoria de la PTAS a Estero Sin Nombre.

Fuente: SACYR

Fecha	Flujo descarga (l/s)	Fecha	Flujo descarga (l/s)	Fecha	Flujo descarga (l/s)	Fecha	Flujo descarga (l/s)	Fecha	Flujo descarga (l/s)
24-01-2021	114	01-02-2021	40	01-03-2021	109	01-04-2021	99	01-05-2021	79
25-01-2021		02-02-2021		02-03-2021	129	02-04-2021	119	02-05-2021	79
26-01-2021	125	03-02-2021	158	03-03-2021	89	03-04-2021	109	03-05-2021	59
27-01-2021	125	04-02-2021	129	04-03-2021	59	04-04-2021	69	04-05-2021	138
28-01-2021	105	05-02-2021	198	05-03-2021	79	05-04-2021	40	05-05-2021	119
29-01-2021	138	06-02-2021	208	06-03-2021	119	06-04-2021	89	06-05-2021	79
30-01-2021		07-02-2021	198	07-03-2021	59	07-04-2021	59	07-05-2021	89
31-01-2021	198	08-02-2021	109	08-03-2021	119	08-04-2021	109	08-05-2021	99
Promedio:	134	09-02-2021	89	09-03-2021	59	09-04-2021	79	09-05-2021	138
		10-02-2021	89	10-03-2021	99	10-04-2021	99	10-05-2021	99
		11-02-2021	89	11-03-2021	59	11-04-2021	69	11-05-2021	89
		12-02-2021	99	12-03-2021	99	12-04-2021	79	12-05-2021	99
		13-02-2021	79	13-03-2021	119	13-04-2021	119	13-05-2021	119
		14-02-2021	69	14-03-2021	89	14-04-2021	99	14-05-2021	99
		15-02-2021	89	15-03-2021	69	15-04-2021	89	15-05-2021	99
		16-02-2021	99	16-03-2021	119	16-04-2021	99	16-05-2021	119
		17-02-2021	89	17-03-2021	109	17-04-2021	89	17-05-2021	119
		18-02-2021	59	18-03-2021	99	18-04-2021	79	18-05-2021	119
		19-02-2021	40	19-03-2021	119	19-04-2021	99	19-05-2021	119
		20-02-2021	79	20-03-2021	69	20-04-2021	109	20-05-2021	99
		21-02-2021	89	21-03-2021	99	21-04-2021	89	21-05-2021	79
		22-02-2021	99	22-03-2021	89	22-04-2021	79	22-05-2021	79
		23-02-2021	89	23-03-2021	79	23-04-2021	99	23-05-2021	79
		24-02-2021	69	24-03-2021	119	24-04-2021	69	24-05-2021	119
		25-02-2021	79	25-03-2021	129	25-04-2021	89	25-05-2021	119
		26-02-2021	79	26-03-2021	99	26-04-2021	109	26-05-2021	99
		27-02-2021	79	27-03-2021	119	27-04-2021	89	27-05-2021	99
		28-02-2021	59	28-03-2021	79	28-04-2021	119	28-05-2021	119
				29-03-2021	109	29-04-2021	138	29-05-2021	119
				30-03-2021	79	30-04-2021	148	30-05-2021	119
				31-03-2021	79	Promedio:	94,3	31-05-2021	178
						Promedio:	95,1		Promedio: 105,3

ANEXO C

Antecedentes sobre Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales

GP-INF-S-699, Rev. 0

Agosto 2021



**INFORME TÉCNICO D.G.A. R.M.S. N° 97**

EXPEDIENTE : FD-1301-53
FECHA : 19-10-2018
SSD : 12429832

1. ANTECEDENTES DE LA DENUNCIA

1.1	Denunciante	: FUNDACION BATUCO SUSTENTABLE RUT: 65.089.352-2
1.2	Dirección / correo/ teléfono	: Condominio Valle Hermoso Parcela 13, camino Lo Fontecilla, comuna de Lampa. Email: edoacun@yahoo.com Teléfono: +56 9 983 683 62
1.3	Representante	: Eduardo Acuña Fuentes RUT: 12.214.621-9
1.4	Dirección	: Condominio Valle Hermoso Parcela 13, camino Lo Fontecilla, comuna de Lampa
1.5	Denunciado (a)	: No indica RUT: no indica
1.6	Dirección/ correo / teléfono	: No indica Correo email: no indica
1.7	Representante	: No indica
1.8	Dirección / correo/ teléfono	: No indica
1.9	Tipo de denuncia	: - Extracción de aguas no autorizada (art. 20, 59 y 163 del Código de Aguas) - Obras no autorizadas en cauces (art. 41 y 171 del Código de Aguas)
1.10	Cuenca	: Maipo
1.11	Comuna	: Lampa
1.12	Provincia	: Chacabuco
1.13	Fecha de Ingreso de en D.G.A. R.M.S.	: 05 de abril de 2018

2. ANTECEDENTES GENERALES

Con fecha 05 de abril de 2018 se presentó un requerimiento de fiscalización por parte de don Eduardo Acuña Fuentes, en representación de la Fundación Batuco Sustentable, que versa sobre una eventual infracción al Código de Aguas que consiste en obras no autorizadas en cauce (art. 41 y 171 del Código de Aguas); Extracción de aguas no autorizada (art. 20, 59 y 163 del Código de Aguas; art. 42 y 43 DS 203/2013) y por daño ambiental en sitio prioritario, comuna de Lampa, provincia de Chacabuco, Región Metropolitana de Santiago.

Agrega la denunciante, que el canal sin nombre es tributario de la Laguna Batuco. Este canal se carga con los derrames del canal Santa Sara, más el agua tratada de la planta de aguas servidas de la Cadellada, por lo cual se desea denunciar la tentativa de daño ambiental por extracción de agua del afluente de la Laguna de Batuco desde el canal sin nombre

Mediante Resolución D.G.A. R.M.S. N° 632, de fecha 27 de abril se declaró parcialmente admisible el requerimiento de fiscalización presentado por la Fundación Batuco Sustentable, presentado con fecha 05 de abril de 2018, con el objeto de investigar una eventual infracción al Código de Aguas que consiste en obras no autorizadas en cauce (art. 41 y 171 del Código de Aguas) y extracción de aguas no autorizada (art. 20, 59 y 163 del Código de Aguas), comuna de Lampa, provincia de Chacabuco, Región Metropolitana de Santiago, por cumplir con los antecedentes requeridos por el legislador.

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN EN TERRENO

- 3.1 Fecha de visita : Jueves 24 de mayo de 2018.
- 3.2 Ubicación Geográfica : El lugar motivo de la denuncia se encuentra al costado sur del denominado Camino Coquimbo S/N, sector Batuco, comuna de Lampa. (Ver imagen satelital de apoyo 1 y 2, y Plano de Ubicación)
- 3.3 Coordenadas UTM, : Punto ubicación hechos denunciados y relevantes para fiscalización contenida en expediente FD-1301-53
Datum WGS 84 / Huso 19
Norte:6.325.102 m y Este:333.308 m
- Coordenadas tomadas con equipo GPSmap 60 CSx, marca Garmin, error de medición +/- 3 metros.

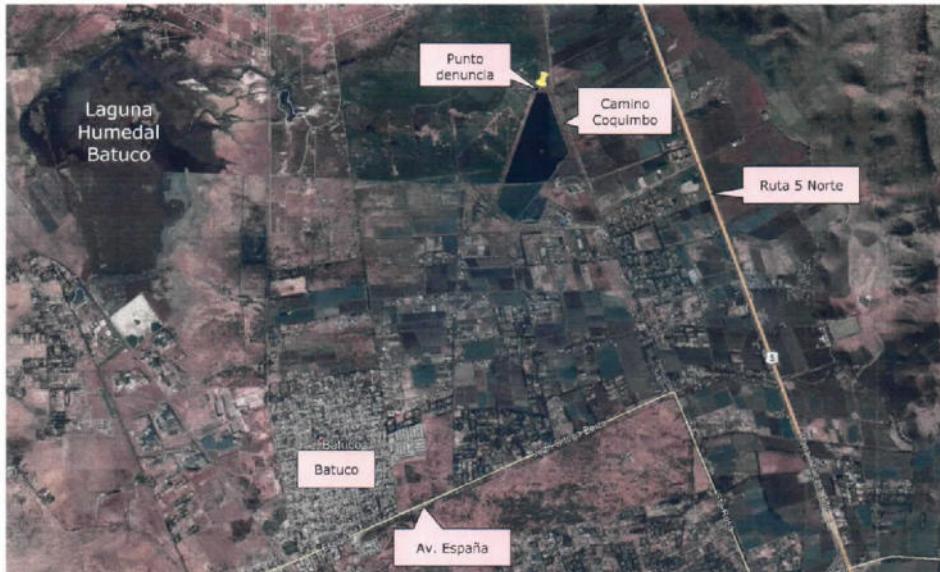
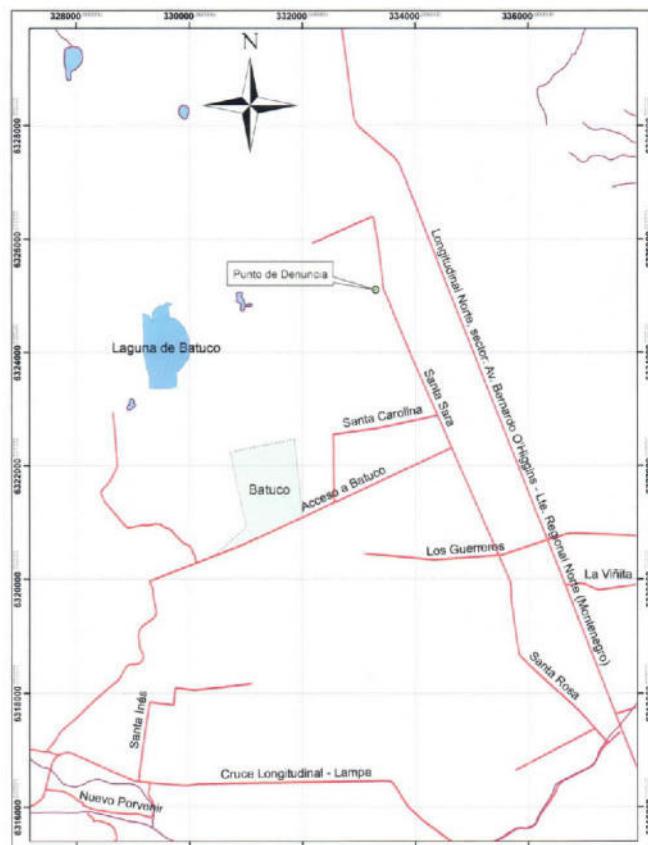


Imagen 1.



Imagen 2.



Plano de ubicación

Con fecha jueves 24 de mayo, personal de la Unidad de Fiscalización de la D.G.A. R.M.S. asistió a terreno para verificar los hechos denunciados. La propiedad donde se emplazan los hechos corresponde a la administración de la Planta de Tratamiento de Aguas La Cadellada de la empresa SEMCORP Aguas Chacabuco S.A., por lo cual se solicitó autorización al encargado de la planta sr. Rodrigo Gonzalez para realizar las inspecciones.

En terreno se verificó que existe una piscina o laguna mediante la cual se evacuan las aguas tratadas desde la planta de tratamiento La Cadellada. En el lado poniente de la laguna, en la intersección de las coordenadas UTM, Norte: 6.325.102 m y Este: 333.308 m, referidas al Datum WGS 84, Huso 19, existe una casetta donde están instaladas electrobombas que permiten habilitar una toma de agua directa desde la laguna para luego impulsarlas mecánicamente en dirección poniente a través de tubería subterránea, con el objeto de usarlas para el riego de terrenos de un señor identificado como Felipe Jara Valenzuela (ver Imagen satelital 3 y 4, y foto 1 y 2).



Imagen 3.



Imagen 4.



Foto 1. Laguna o piscina de Planta de Tratamiento La Cadellada, límite poniente.



Foto2. Canal a la salida de la Laguna o piscina de la Planta de tratamiento La Cadellada.

Por otra parte, a un costado de la toma de aguas del sr. Felipe Jara Valenzuela, existe una salida de aguas de modo gravitacional la cual es conducida por un canal artificial en dirección Sur con el objeto de regar los terrenos aledaños (ver fotos 2, imagen 3 y 4). Según el encargado de la planta de tratamiento, esta actividad se ha realizado desde que la planta entró en operación y sirve para mantener la pradera o vega del sector del humedal. Se señaló que esta actividad no está regida por una Resolución de Calificación Ambiental, pero que dentro de algunos meses, entrará a regir la materialización de un proyecto denominado "Reconvención Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada", conforme RCA N° 135, de 23 de marzo de 2012, por lo cual deberán descargar las aguas a un dren natural ubicado a unos 20 metros del límite poniente actual de la laguna o piscina y a unos 11 metros del camino Coquimbo, las que luego escurrirán gravitacionalmente en dirección sur hacia la Laguna del Humedal Batuco, para lo cual ya se hicieron obras de descargas ubicadas al costado del camino Coquimbo (ver imagen 4).

El Acta de Inspección en Terreno – Unidad de Fiscalización D.G.A. N° 0001338, de fecha 24 de mayo de 2018, no se notificó a un presunto infractor debido a que en primer lugar, no se constató infracción al Código de Aguas por cuanto las únicas obras de captación que se constataron corresponden a aquellas que se encuentran sobre la laguna artificial privada perteneciente a la Plata de Tratamiento La Cadellada, desde donde un señor identificado como Felipe Jara Valenzuela tiene una toma de aguas directa de la laguna y donde las demás aguas son destinadas al riego de praderas del terreno donde se emplaza la planta de tratamiento, sin que esto entorpezca el uso de derechos de aprovechamiento del denunciante o de terceros. Asimismo, las obras constatadas en terreno no son de aquellas obras a que se refiere el artículo 41 y 171 del Código de Aguas y artículo 20 del mismo cuerpo legal.

Por otra parte, con los antecedentes aportados en la denuncia y lo verificado en terreno, no fue posible obtener una dirección donde notificar a un presunto infractor.

4. **DESCARGOS**

No se presentaron descargas ante el presente procedimiento de fiscalización, por cuanto el Acta de Inspección en Terreno – Unidad de Fiscalización D.G.A. N° 0001338, de fecha 24 de mayo de 2018, no se notificó a un presunto infractor, debido a que en las inspecciones oculares en terreno no se constató infracción a Código de Aguas y además, en el referido acto no se encontró domicilio y personas a quien poder notificar los hechos.

5. **ANALISIS DE ANTECEDENTES**

- 5.1 Con fecha 05 de abril de 2018 se presentó un requerimiento de fiscalización por parte de don Eduardo Acuña Fuentes, en representación de la Fundación Batuco Sustentable, que versa sobre una eventual infracción al Código de Aguas que consiste en obras no autorizadas en cauce (art. 41 y 171 del Código de Aguas); Extracción de aguas no autorizada (art. 20, 59 y 163 del Código de Aguas; art. 42 y 43 DS 203/2013) y por daño ambiental en sitio prioritario, comuna de Lampa, provincia de Chacabuco, Región Metropolitana de Santiago.
- 5.2 Agrega la denunciante, que el canal sin nombre es tributario de la Laguna Batuco. Este canal se carga con los derrames del canal Santa Sara, más el agua tratada de la planta de aguas servidas de la Cadellada, por lo cual se desea denunciar la tentativa de daño ambiental por extracción de agua del afluente de la Laguna de Batuco desde el canal sin nombre
- 5.3 Mediante Resolución DGA RMS N° 632, de fecha 27 de abril se declaró parcialmente admisible el requerimiento de fiscalización presentado por la Fundación Batuco Sustentable, presentado con fecha 05 de abril de 2018, con el objeto de investigar una eventual infracción al Código de Aguas que consiste en obras no autorizadas en cauce (art. 41 y 171 del Código de Aguas) y extracción de aguas no autorizada (art. 20, 59 y 163 del Código de Aguas), comuna de Lampa, provincia de Chacabuco, Región Metropolitana de Santiago, por cumplir con los antecedentes requeridos por el legislador.
- 5.4 Con fecha jueves 24 de mayo, personal de la Unidad de Fiscalización de la D.G.A. R.M.S. asistió a terreno para verificar los hechos denunciados. La propiedad donde se emplazan los hechos corresponde a la administración de la Planta de Tratamiento de Aguas La Cadellada de la empresa SEMCORP Aguas Chacabuco S.A., por lo cual se solicitó autorización al encargado de la planta sr. Rodrigo Gonzalez para realizar las inspecciones.

En terreno se verificó que existe una piscina o laguna mediante la cual se evacuan las aguas tratadas desde la planta de tratamiento La Cadellada. En el lado poniente de la laguna, en la intersección de las coordenadas UTM, Norte: 6.325.102 m y Este: 333.308 m, referidas al Datum WGS 84, Huso 19, existe una caseta donde están instaladas electrobombas que permiten habilitar una toma de agua directa desde la laguna artificial para luego impulsarlas mecánicamente en dirección poniente a través de tubería subterráneas, con el objeto de usarlas para el riego de terrenos de un señor identificado como Felipe Jara Valenzuela.

- 5.5 Por otra parte, a un costado de la toma de aguas del sr. Felipe Jara Valenzuela, existe una salida de aguas de modo gravitacional la cual es conducida por un canal artificial en dirección sur con el objeto de regar los terrenos aledaños. Según el encargado de la planta de tratamiento, esta actividad se ha realizado desde que la planta entró en operación y sirve para mantener la pradera o vega del sector del humedal. Se señaló que esta actividad no está regida por una Resolución de Calificación Ambiental, pero que dentro de algunos meses, entrará a regir la materialización de un proyecto denominado "Reconvención Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada", conforme RCA N° 135, de 23 de marzo de 2012, por lo cual deberán descargar las aguas a un dren natural ubicado a unos 20 metros del límite poniente actual de la laguna o piscina y a unos 11 metros del camino Coquimbo, las que luego escurrirán gravitacionalmente en dirección sur hacia la Laguna del Humedal Batuco, para lo cual ya se hicieron obras de descargas ubicadas al costado del camino Coquimbo.
- 5.6 El Acta de Inspección en Terreno – Unidad de Fiscalización D.G.A. N° 0001338, de fecha 24 de mayo de 2018, no se notificó a un presunto infractor debido a que en primer lugar, no se constató infracción al Código de Aguas, por cuanto las únicas obras de captación que se constataron corresponden a aquellas que se encuentran sobre la laguna artificial privada perteneciente a la Plata de Tratamiento La Cadellada, desde donde un señor identificado como Felipe Jara Valenzuela tiene una toma de aguas directa de la laguna y donde las demás aguas son destinadas al riego de praderas del terreno donde se emplaza la planta de tratamiento, sin que esto entorpezca el uso de derechos de aprovechamiento del denunciante o de terceros. Asimismo, las obras constatadas en terreno no son de aquellas obras a que se refiere el artículo 41 y 171 del Código de Aguas y artículo 20 del mismo cuerpo legal.
- 5.7 Que, revisado los antecedentes del proyecto denominado "Reconvención Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada", aprobado por la Resolución Exenta N° 135, de 23 de marzo de 2012, se verificó que una vez que se materialice el proyecto aprobado por la RCA antes referida, las aguas tratadas proveniente de la Planta de Tratamiento la Cadellada, serán descargadas a un cauce natural ubicado a unos 11 metros al sur del camino Coquimbo, aproximadamente en la intersección de las coordenadas UTM, Norte: 6.325.145 m y Este: 333.419 m, referidas al Datum WGS 84, Huso 19.
- 5.8 Que, mediante oficio ORD. N° 1280, de 20 de abril de 2018, el Superintendente de Servicios Sanitarios informó a esta Dirección Regional de Aguas, que con fecha 15 de febrero de 2018 se realizó una fiscalización para verificar la nueva etapa de la Planta de Tratamiento la Cadellada y su puesta en marcha, lo cual no se ha llevado a cabo aun, manteniendo la disposición del efluente tratado de la planta antigua mediante riego del predio donde se emplaza la instalación, cumpliendo con la norma NCH 133, en su variante para riego. Informando además, que a esa fecha no cuentan con resultados de monitoreo del efluente tratado en la nueva planta, puesto que aún no se ha iniciado la descarga al punto de disposición autorizado mediante RCA N° 135/2012.
- 5.9 Que, sin perjuicio de lo anterior, revisados los antecedentes del Catastro Público de Aguas, se verificó que mediante Resolución D.G.A. N° 415, de 11 de octubre de 1985, se constituyeron derechos de aprovechamiento de aguas a favor de Eugenio Camus Camus, Luz Valenzuela Avello y Felipe Jara Valenzuela, sobre las aguas de derrames que escurren por el cauce natural que recorre actualmente por el costado norte del camino Coquimbo y que luego avanzan por el deslinde poniente de la laguna de la Planta La Cadellada.
- 5.10 Que, según los antecedentes establecidos en la Resolución D.G.A. N° 415, de 11 de octubre de 1985, se constituyó un derecho de aprovechamiento de aguas superficiales, de ejercicio permanente y continuo por 3.000.000 m³ anuales (no indica distribución mensual) de las aguas de derrames provenientes de diversos predios ubicados en la comuna de Lampa y que escurren por una quebrada o bajo natural sin nombre, que atraviesa el predio denominado San Rafael (ex La Cadellada) entrando por el punto medio aproximado del deslinde Oriente y que después de juntarse con otros cauces desemboca en la laguna de Batuco y por otra

quebrada o bajo natural sin nombre afluente de la anterior y que se junta con ella en un punto situado a unos 200 metros aproximadamente aguas arriba del punto en que la primera quebrada entra al predio.

- 5.11 Que, se establece además en la Resolución D.G.A. N° 415, de 11 de octubre de 1985 que, las aguas se captaran por elevación mecánica y gravitacionalmente desde dos puntos; el primero ubicado en la orilla izquierda de la primera quebrada señalada en el N°1 de la presente resolución, a 120 metros aproximadamente aguas abajo del deslinde Oriente del fundo San Rafael (Rol 150-7) y el segundo punto está ubicado en la segunda quebrada descrita, a 400 metros aproximadamente aguas arriba de la confluencia de ambas quebradas, en la comuna de Lampa, provincia de Chacabuco, Región metropolitana.
- 5.12 Que, de todo lo anterior, es posible señalar que las obras motivo de fiscalización corresponden a una toma de aguas desde la laguna artificial de la Planta de Tratamiento La Cadellada para luego impulsarlas mecánicamente por tuberías hacia el predio agrícola de don Felipe Jara Valenzuela y gravitacionalmente por un canal artificial para regar los predios de alrededor de la laguna.
- 5.13 Que, replanteando los puntos de captación del derecho de aprovechamiento a que se refiere la Resolución D.G.A. N° 415, de 11 de octubre de 1985, se puede establecer que la captación 1 se encuentra aproximadamente en las coordenadas UTM, Norte: 6.325.166 metros y Este: 333.325 metros, y la captación 2 se encuentra en el coordenada Norte: 6.324.667 metros y Este: 333.654 metros, ambas referidas al Datum WGS 84, Huso 19. De lo previsto en terreno, la captación 1 no está habilitada, mientras que la captación dos corresponde a un curso de aguas canalizado que atraviesa el camino Coquimbo y llega a la laguna de la planta La Cadellada por el límite Norte (ver imagen 5).



Imagen 5. Puntos de captación señalados en la Resolución D.G.A. N° 415, de 11 de octubre de 1985, replanteados según coordenadas UTM, Datum WGS 84, Huso 19.

- 5.14 Que, por otra parte, mediante oficio ORD N° 1593, de 28 de junio de 2018, la Superintendencia del Medio Ambiente, informó a la Directora de la Dirección Regional de Aguas de la Región Metropolitana de Santiago (D.G.A. R.M.S.), que dicha entidad tomó conocimiento de una denuncia presentada por la Fundación Batuco Sustentable, con fecha 04 de abril de 2018, por extracción de aguas desde el afluente de la Laguna Butuco, motivo por el cual solicita que se señale si las aguas sujetas a la denuncia deben contar con un derecho de aprovechamiento para su extracción.

- 5.15 Que, de acuerdo con todo lo verificado en terreno y en gabinete, se constató que las aguas a la que se refiere la denuncia presentada ante la Superintendencia del Medio Ambiente, con fecha 04 de abril de 2018, corresponden a aguas que se captan directamente desde la laguna artificial de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada, por lo tanto no requieren de un derecho de aprovechamiento de aguas constituido por la Dirección General de Agua. A mayor abundamiento, las aguas de la laguna artificial de la planta de tratamiento La Cadellada, no posee una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) que condicione el uso de esas aguas.
- 5.16 Que, sin perjuicio de lo anterior, téngase presente que sobre el cauce natural que recorre por el límite poniente de la actual laguna artificial de la planta La Cadellada y que drena las aguas hacia la laguna natural del humedal Batuco, existe constituido un derecho de aprovechamiento de aguas superficiales establecido por la Resolución D.G.A. N° 415, de 11 de octubre de 1985, donde la captación 1 se encuentra aproximadamente en las coordenadas UTM, Norte: 6.325.166 metros y Este: 333.325 metros, y la captación 2 se encuentra en al coordenada Norte: 6.324.667 metros y Este: 333.654 metros, ambas referidas al Datum WGS 84, Huso 19.
- 5.17 Que, téngase presente además, que cuando se materialice y entre en operación el proyecto denominado "Reconvención Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada", aprobado por la Resolución Exenta N° 135, de 23 de marzo de 2012, la descarga de las aguas se realizaran en el cauce natural a unos 100 metros aguas arriba del punto de captación 1 a que se refiere la Resolución D.G.A. N° 415, de 11 de octubre de 1985.

6. **AGRAVANTES**

No hay evidencia de agravantes y/o atenuantes en el procedimiento sancionatorio de fiscalización.

7. **CONCLUSIONES Y PROPOSICIONES**

- 7.1 A la luz de los antecedentes contenidos en el expediente FD-1301-53 y lo verificado en terreno, se concluye que corresponde no acoger la denuncia presentada por la Fundación Batuco Sustentable, por cuanto no se constató obras no autorizadas a que se refiere el artículo 41 y 171 del Código de Aguas y que las aguas a que se refiere la denuncia, corresponden a una captación realizada directamente desde la laguna artificial de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada y no desde el cauce natural afluente a la laguna del humedal Batuco.
- 7.2 Téngase presente, que cuando se materialice y entre en operación el proyecto denominado "Reconvención Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada", aprobado por la Resolución Exenta N° 135, de 23 de marzo de 2012, la descarga de las aguas se realizaran en el cauce natural a unos 100 metros aguas arriba del punto de captación 1 a que se refiere la Resolución D.G.A. N° 415, de 11 de octubre de 1985. En tal sentido, por competencias y atribuciones, será la Superintendencia del Medio Ambiente quien deberá fiscalizar la correcta ejecución y funcionamiento del proyecto calificado ambientalmente favorable por la RCA N° 135/2012.



CRISTIAN MATORANA BRAVO.
Jefe de Unidad de Fiscalización
D.G.A. R.M.S.

FD-1301-53

CRISTIAN MATORANA BRAVO
Jefe de Unidad de Fiscalización
D.G.A. Región Metropolitana
Ministerio de Obras Públicas

<p>REPUBLICA DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DIRECCION GENERAL DE AGUAS Dpto. DERECHOS DE AGUAS VBC/CMN/glg</p> <p>MINISTERIO DE HACIENDA OFICINA DE PARTES</p> <p>RECIBIDO</p> <p>CONTRALORIA GENERAL TOMA DE RAZON 14 OCT. 1985</p> <p>RECEPCION</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr><td>DEPART. JURIDICO</td><td></td></tr> <tr><td>DEP. T. P. Y REGISTRO</td><td></td></tr> <tr><td>DEPART. CONTABIL</td><td></td></tr> <tr><td>SUB. DEP. C. CENTRAL</td><td></td></tr> <tr><td>SUB. DEP. E. CUENTAS</td><td></td></tr> <tr><td>SUB. DEP. C. P. Y REDES NAC</td><td></td></tr> <tr><td>DEPART. AUDITORIA</td><td></td></tr> <tr><td>DEPART. V.O.P. U. Y T</td><td></td></tr> <tr><td>SUB. DEP. MUNICIP.</td><td></td></tr> </table> <p>REFRENDAACION</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr><td>REP. POR S.</td><td></td></tr> <tr><td>DEPUTAC.</td><td></td></tr> <tr><td>ARQUIT. POR S.</td><td></td></tr> <tr><td>DEPUTAC.</td><td></td></tr> <tr><td>DEPMC. DTO.</td><td></td></tr> </table> <p style="text-align: center;">EXPEDIDA - 1985</p>	DEPART. JURIDICO		DEP. T. P. Y REGISTRO		DEPART. CONTABIL		SUB. DEP. C. CENTRAL		SUB. DEP. E. CUENTAS		SUB. DEP. C. P. Y REDES NAC		DEPART. AUDITORIA		DEPART. V.O.P. U. Y T		SUB. DEP. MUNICIP.		REP. POR S.		DEPUTAC.		ARQUIT. POR S.		DEPUTAC.		DEPMC. DTO.		<p>M.O.P. DIRECCION GENERAL DE AGUAS OFICINA DE PARTES RESOLUCION TRAMITADA Fecha 31 OCT 1985</p> <p>M.O.P. DIRECCION GENERAL DE AGUAS OFICINA DE PARTES RESOLUCION TRAMITADA Fecha 31 OCT 1985</p>	<p style="margin-right: 20px;">34</p> <p>Constituye derechos de aprovechamiento de aguas sobre derrames en favor de Eugenio Camus Camus, Luz Valenzuela Avello y Felipe Jara Valenzuela. Comuna de Lampa, provincia de Chacabuco, Región Metropolitana.</p> <p>SANTIAGO, 11 OCT 1985</p> <p>VISTOS:</p> <p>La solicitud de los Srs. Eugenio Camus Camus, Luz Valenzuela Avello y Felipe Jara Valenzuela; el Oficio ORD. N°637 del 6 de septiembre de 1985, de la Dirección General de Aguas, Región Metropolitana; y lo dispuesto en los artículos 46, 53, 55, 149 y 150 del Código de Aguas.</p> <p>R E S U E L V O:</p> <p>D.G.A. N° 415 /</p> <p>1.- Constitúyese derecho de aprovechamiento consumutivo de aguas superficiales, de ejercicio permanente y continuo por 3.000.000 m³, anuales de las aguas de derrames provenientes de diversos predios ubicados en la comuna de Lampa, provincia de Chacabuco y que escurren por una quebrada o bajo natural sin nombre, que atraviesa el predio denominado San Rafael (ex- La Cadillada) entrando por el punto medio aproximado del deslinde Oriente y que después de juntarse con otros cauces desemboca en la laguna de Batuco y por otra quebrada o bajo natural sin nombre afluente de la anterior y que se junta con ella en un punto situado a unos 200 mts. aproximadamente aguas arriba del punto en que la primera quebrada entra al predio, en favor de Eugenio Camus Camus, Luz Valenzuela Avello y Felipe Jara Valenzuela.</p> <p style="text-align: right;">//.</p> <p style="text-align: center;">14 OCT 1985</p> <p style="text-align: right;">TOMADO RAZON</p>
DEPART. JURIDICO																														
DEP. T. P. Y REGISTRO																														
DEPART. CONTABIL																														
SUB. DEP. C. CENTRAL																														
SUB. DEP. E. CUENTAS																														
SUB. DEP. C. P. Y REDES NAC																														
DEPART. AUDITORIA																														
DEPART. V.O.P. U. Y T																														
SUB. DEP. MUNICIP.																														
REP. POR S.																														
DEPUTAC.																														
ARQUIT. POR S.																														
DEPUTAC.																														
DEPMC. DTO.																														

55

- 2 -

Res. de Caja
de Crédito
y Ahorros
Nº 16

2.- Las aguas se captarán por elevación mecánica y gravitacionalmente desde dos puntos: el primero ubicado en la orilla izquierda de la primera quebrada señalada en el Nº1 de la presente Resolución, a 120 mts. aproximadamente aguas abajo del deslinde Oriente del fundo San Rafael (Rol 150-7) y el segundo punto está ubicado en la segunda quebrada descrita, a 400 mts. aproximadamente aguas arriba de la confluencia de ambas quebradas, en la comuna de Lampa, provincia de Chacabuco, Región Metropolitana.

3.- Déjase constancia que la producción de derrames no es obligatoria ni permanente y que el derecho que se constituye por la presente Resolución no importa limitación de una mejor forma de utilización de las aguas en los predios en que se originan los derrames, salvo convención entre las partes.

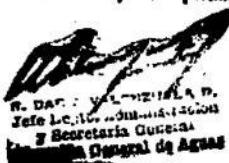
4.- Los interesados deberán solicitar autorización de construcción de bocatoma de acuerdo a las disposiciones de los artículos 151 al 157 del Código de Aguas.

5.- La presente Resolución se reducirá a escritura pública que suscribirán los interesados y el señor Abogado Jefe del Departamento Legal de la Dirección General de Aguas y copia de ella se inscribirá en los Registros de Propiedad de Aguas y de Hipotecas y Gravámenes del Conservador de Bienes Raíces competente. Los interesados deberán remitir a esta Dirección General copia autorizada de dicha inscripción para los efectos de incorporarla al Catastro Público de Aguas.

6.- La presente Resolución se registrará en la Dirección General de Aguas en conformidad con lo dispuesto en el artículo 122 del Código de Aguas.

ANOTESE, TOMESE RAZÓN Y NOTIFIQUESE.

Lo que transcribe a Ud. para su conocimiento y fines pertinentes:



ENRIQUE CÁRCIA MERINO
DIRECTOR GENERAL DE AGUAS
SUBROGANTE

