

Señor
Cristóbal de la Maza
Superintendente de Medio Ambiente

PRESENTE

04-06-2021

SAC 128-21

**Ref.: RES. EX. N°1/ ROL D-169-2020. Formula cargos que indica.
RES. EX. N° 5/ ROL D-169-2020. Previo a resolver incorpórese observaciones al Programa de Cumplimiento presentado por Sacyr Aguas Chacabuco S.A.
Carta SAC 119-21. Entrega PdC con observaciones incorporadas.
Carta SAC 127-21. Entrega antecedentes complementarios.
Mat: Entrega informe técnico complementario al Programa de Cumplimiento.**

De mi consideración:

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

Se adjunta el Anexo N°1: Informe de Estudio espejo de agua Laguna Humedal Batuco, emitido por GP Consultores.

Esperando una favorable acogida le saluda atentamente,



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

RH/ID/KV

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

Preparado para:



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

Informe de Análisis y Evaluación de Efectos En Humedal Laguna Batuco

GP-INF-S-686, Rev. Q

Junio 2021

GP *Consultores Ltda.*®
Recursos Hídricos y Medio Ambiente



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

Informe de Análisis y Evaluación de Efectos En Humedal Laguna Batuco

GP-INF-S-686, Rev. Q

Junio 2021

Los estudios emitidos por GP Consultores 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	 Cristobal Cox Ing. Civil (Hidráulica), MSc	 Emilio Hernández Ing. Civil (Hidráulica), MSc	 Alejandro Grilli Ing. Civil (Hidráulica)
Mayo 2021	Mayo 2021	Junio 2021	Junio 2021

EQUIPO PROFESIONAL

Alejandro Grilli	: Ing. Civil (Hidráulica)
Cristóbal Cox	: Ing. Civil (Hidráulica), MSc.
Karina Herrera	: Geóloga
Angello Lillo	: Cartógrafo, Analista SIG

INDICE DE MATERIAS

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS.....	2
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1	MODELO CONCEPTUAL DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HÍDRICO	4
3.2	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS	7
3.3	DATOS DISPONIBLES	7
3.3.1	Imágenes Satelitales.....	7
3.3.2	Precipitación.....	8
3.3.3	Tasas de Evaporación.....	8
3.3.4	Caudal Promedio Mensual de Aguas Tratadas Descargadas por La Cadellada.....	8
3.3.5	Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales en el Estero Sin Nombre.	9
3.4	EVALUACIONES HIDROLÓGICAS	9
3.4.1	Evaporación desde Lagunas (espejos de agua libre).....	9
3.4.2	Evaporación desde Vegetación (Evapotranspiración).....	9
3.4.3	Evaporación desde Suelo Saturado.	10
3.4.4	Escorrentía Directa por Precipitación en el Área Drenante a la Laguna.....	10
3.4.5	Derrames Excedentes de Riego.....	10
3.4.6	Rebalses desde la Laguna.....	10
4.	RESULTADOS	11
4.1	MEDICIONES HISTÓRICAS EFECTUADAS EN IMÁGENES SATELITALES.....	11
4.1.1	Área con Vegetación.	11
4.1.2	Área Laguna (espejo de agua libre).....	12
4.1.3	Área Total con Presencia de Agua.	13
4.2	MODELACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HÍDRICO HISTÓRICO	14
4.2.1	Balance Hídrico Período CON Mediciones Históricas.	14
4.2.2	Balance Hídrico con Relaciones Volumen-Área (Verificación del Modelo).	18

4.2.3	Balance Hídrico Predictivo	19
5.	DISCUSIONES	22
5.1	AGUAS DESCARGADAS POR LA PTAS QUE LLEGAN A LA LAGUNA.....	22
5.2	EFFECTOS EN LA SUPERFICIE DEL ESPEJO DE AGUA DE LA LAGUNA.....	23
5.3	EFFECTOS EN LA SUPERFICIE DE LA VEGETACIÓN	26
6.	CONCLUSIONES	27
7.	REFERENCIAS	29

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

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 parta 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.

2. OBJETIVOS

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 **Figura 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.

Es importante destacar, como antecedente, que desde el Tranque San Rafael se extraen directamente aguas para su uso en regadío, por lo que no llegan al humedal laguna Batuco, al menos no directamente (ver **Figura N°2.2**). Si las aguas de la PTAS se hubiesen descargado directamente al estero Sin Nombre (como era requerido), esas aguas podrían haber sido captadas mediante Captación 1 (Res. DGA N°415 año 1985) y extraídas para su aprovechamiento en regadío; 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°2.1: Se identifica la actual captación de aguas para riego que efectúa el Sr. Jara 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 del Sr. Jara) 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.



Figura N°2.2: Descarga de las aguas de la PTAS desde el Tranque San Rafael. La PTAS descarga sus aguas al Tranque. Fuente: Elaboración propia sobre imagen Google Earth del 17 diciembre 2019



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. 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 13° 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 2° 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 **Figura N°3.3**), desde mayo-junio del año 2018 hasta enero 2021. 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** y **N°3.2**), por lo cual cambia el sistema de extracción de aguas para aprovechamiento antrópico (cambia el modelo conceptual).
- b) Funcionamiento Previsto (ver **Figura N°3.4**) 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. Se utiliza como base la situación actual (2021) de la descarga y extracciones (ver **Figuras N°3.1** y **N°3.2**), modificando el modelo de funcionamiento del sistema



Figura N°3.1: 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°3.2: 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.

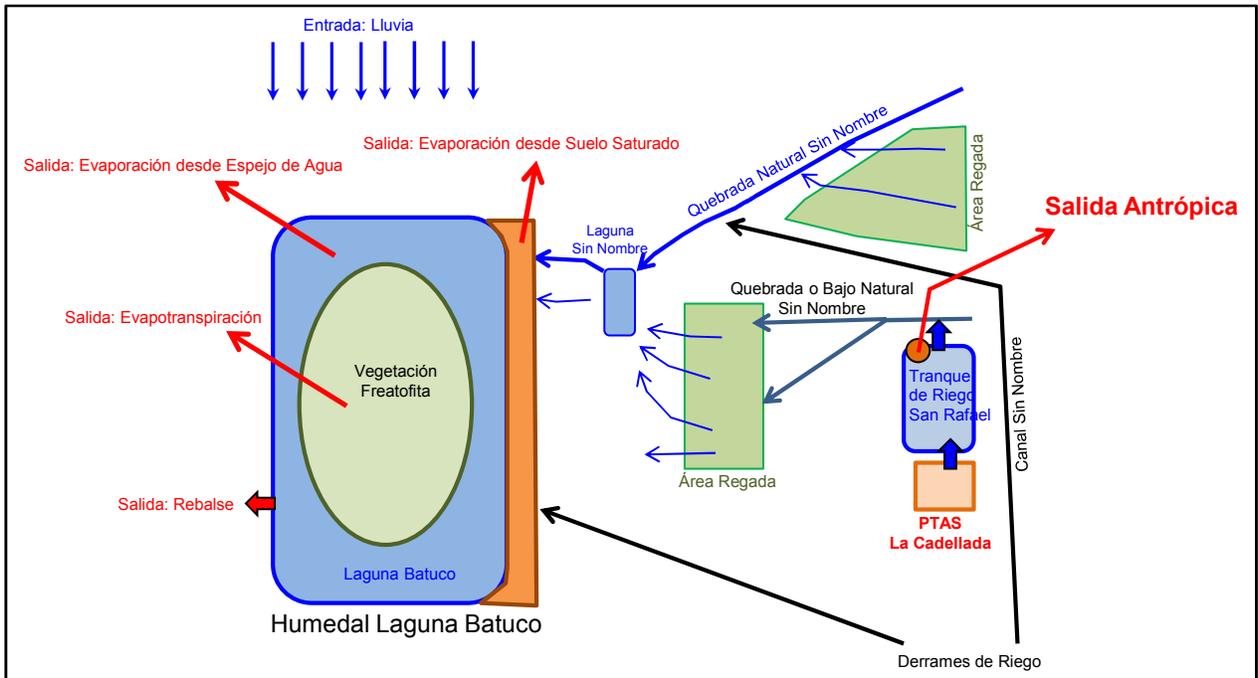


Figura N°3.3: Modelo Conceptual de Funcionamiento Hídrico Histórico del sistema Humedal Laguna Batuco, por lo menos en el período mayo-junio del año 2018 hasta enero 2021

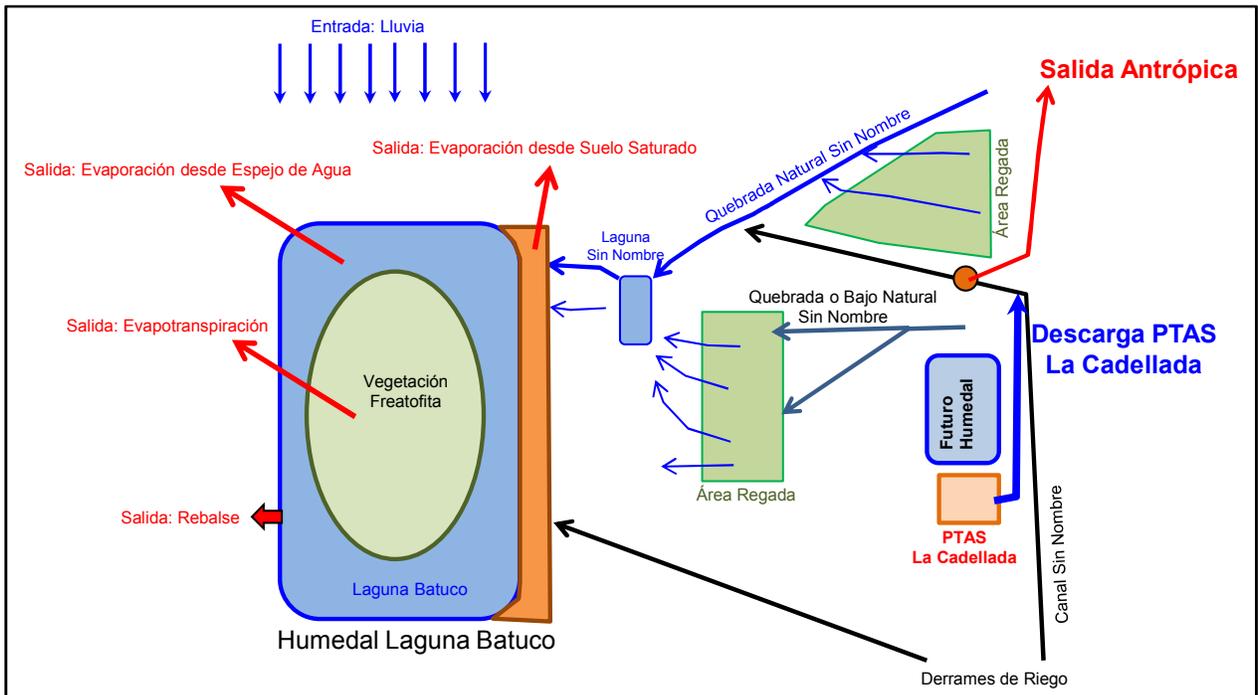


Figura N°3.4: Modelo Conceptual de Funcionamiento Hídrico Previsto del sistema Humedal Laguna Batuco, SI las descargas de la PTAS se hubiesen efectuado directamente en el cauce del estero Sin Nombre, a partir de mayo-junio del año 2018.

3.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS 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°3.3**), 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 Pronóstico (**Figura N°3.4**).

Logrado lo anterior, se tienen 3 conjuntos de resultados para las evaluaciones de (a) 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) y 1) 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).

Lo anterior, para el período enero 2017 a abril 2021

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°3.1**)

Tabla N°3.1. Mediciones de evaporación en la estación Colina de la DMC

Estación:	COLINA											
	EVAPORACION MENSUAL (mm/mes) en EVAPORÍMETRO TIPO A											
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
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 emails).

3.3.5 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 derechos 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°3.2**). De ellas, se selecciona la Alt.2 para el presente informe.

Tabla N°3.2. 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

3.4 EVALUACIONES HIDROLÓGICAS

3.4.1 Evaporación desde Lagunas (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.

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

Donde:

Q_{EVAP} :	Caudal evaporado (m ³ /mes)
$TEVAP$:	Tasa de evaporación (m/mes)
A_{cv} :	Área con vegetación (m ²)
f_T :	Porcentaje de agua en 1 m ² de totora. Para la especie en estudio, se considera que, en 1m ² , 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 (m ²)

3.4.2 Evaporación desde Vegetación (Evapotranspiración).

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

$$ET = ET_0 * K_c$$

Donde:

ET :	Evapotranspiración del cultivo (mm/día)
ET_0 :	Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)
K_c :	Coefficiente de cultivo

3.4.3 Evaporación desde Suelo Saturado.

También se evapora el agua que ha quedado en el suelo saturado después que la laguna ha disminuido su superficie. Es evaluada de igual forma que la evaporación desde superficie de agua libre, pero ahora 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 (precipitación directa) y cuenca aportante (escorrentía que es disminuida por un factor que estima Mellado, 2008).

3.4.5 Derrames Excedentes de Riego.

Los excedentes de los sistemas de riego de los predios colindantes, son evaluados con igual metodología que la utilizada por Mellado (2008). Son utilizados los mismos valores propuestos por Mellado (2008).

3.4.6 Rebales 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.

4.1.2 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:

- Área promedio (aritmético) de la Laguna = 59 hectáreas,
- Desviación Estándar = 42 hectáreas

Se destaca en la figura el período enero-abril del año 2021, período en el cual la PTAS realiza descargas provisionarias de aguas de La Cadellada al estero Sin Nombre (ver caudales descargados en **Anexo B**). Se observa que con la descarga de ese caudal provisionario 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; por ende, el agua descargada en forma provisionaria al estero escurrió (en ese período) íntegramente hacia el Humedal Laguna Batuco.

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

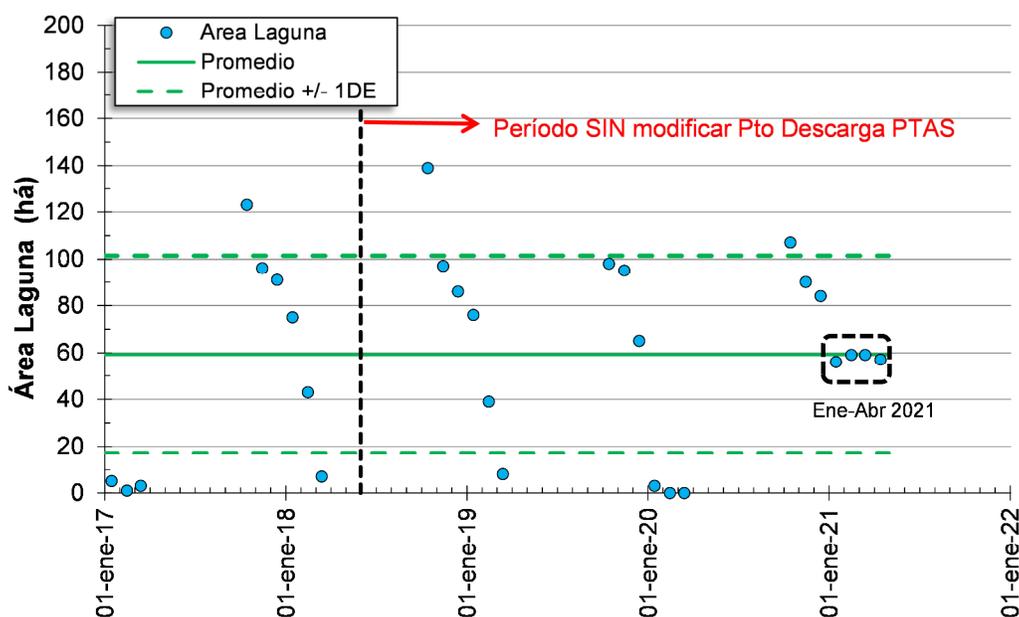


Figura N°4.2: Mediciones del área de la Laguna Batuco (espejo de agua). Fuente: Datos en **Anexo A**.

4.1.3 Área Total con Presencia de 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, habitualmente en octubre de cada año, y se reduce hasta alcanzar un mínimo entre enero y marzo del año siguiente.

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 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 ingresando al humedal (es decir, si hubiese sido extraído para riego), el área con presencia de agua se hubiese reducido, tal como se observa en los años anteriores.

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.

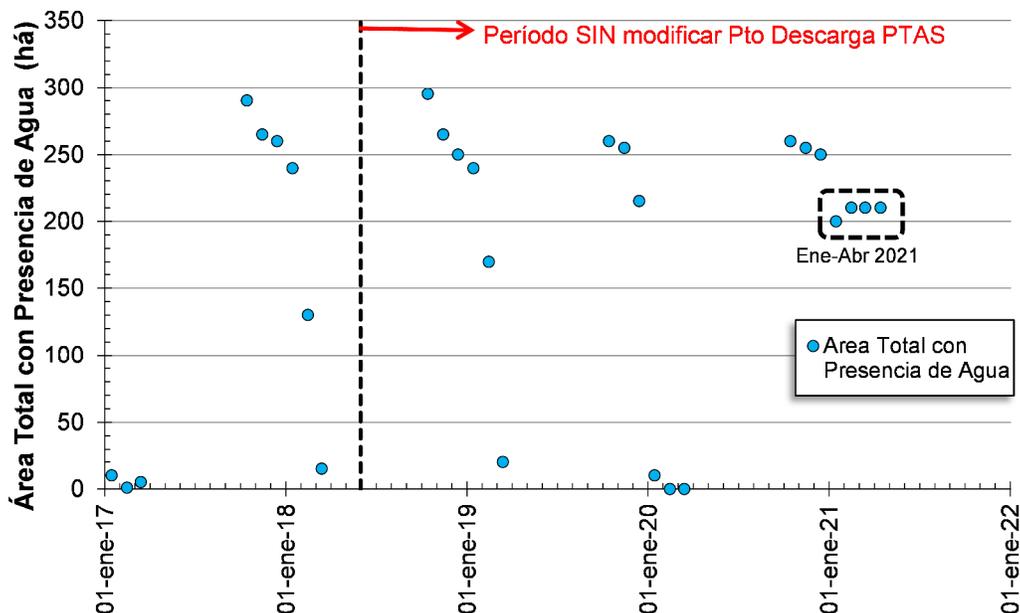


Figura N°4.3: Mediciones del área total con presencia de agua en el humedal Laguna Batuco. Fuente: Datos en **Anexo A**.

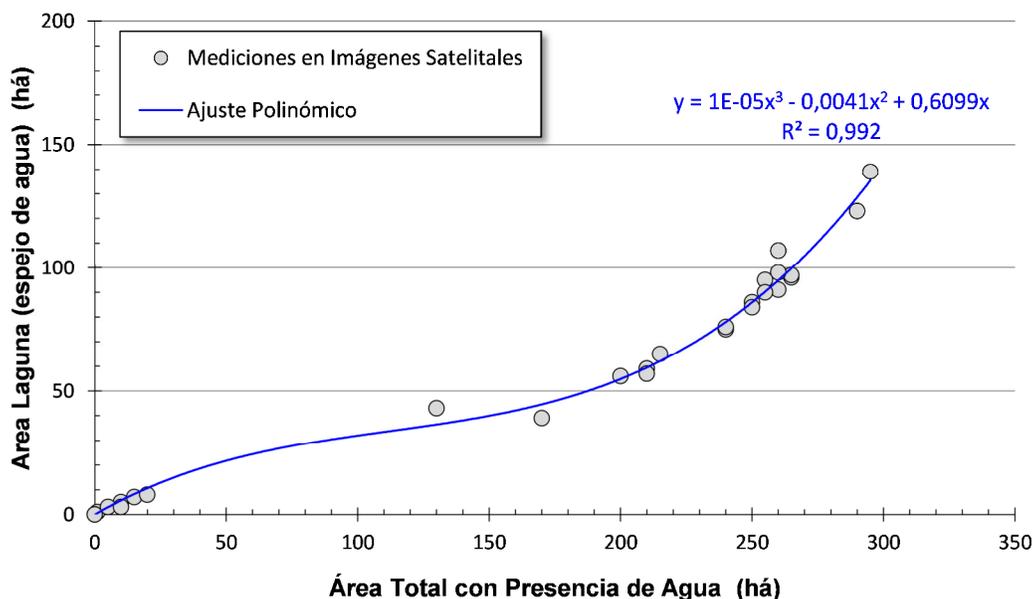


Figura N°4.4: Relaciones entre el área del espejo de agua libre (laguna) en función del área total con presencia de agua en el humedal. Fuente: Datos en **Anexo A**.

4.2 MODELACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HÍDRICO HISTÓRICO

4.2.1 Balance Hídrico Período CON Mediciones Históricas.

Con el modelo conceptual presentado en el **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**. Los Balances Hídricos resultantes se presentan en **Tablas N°4.2 a N°4.5**.

Con el objetivo de poder efectuar predicciones del área de laguna basada en el balance hídrico, se correlaciona el Volumen Total de Agua en el Humedal (mensual) resultante del Balance Hídrico efectuado, con las Áreas medidas en las imágenes satelitales representativas de cada mes de Laguna y del Área Inundada Total.

En **Figura N°4.5** se presenta la relación encontrada para identificar el Área de la Laguna Batuco y en **Figura N°4.6** la relación para identificar el Área Total de la Superficie Inundada en el Humedal.

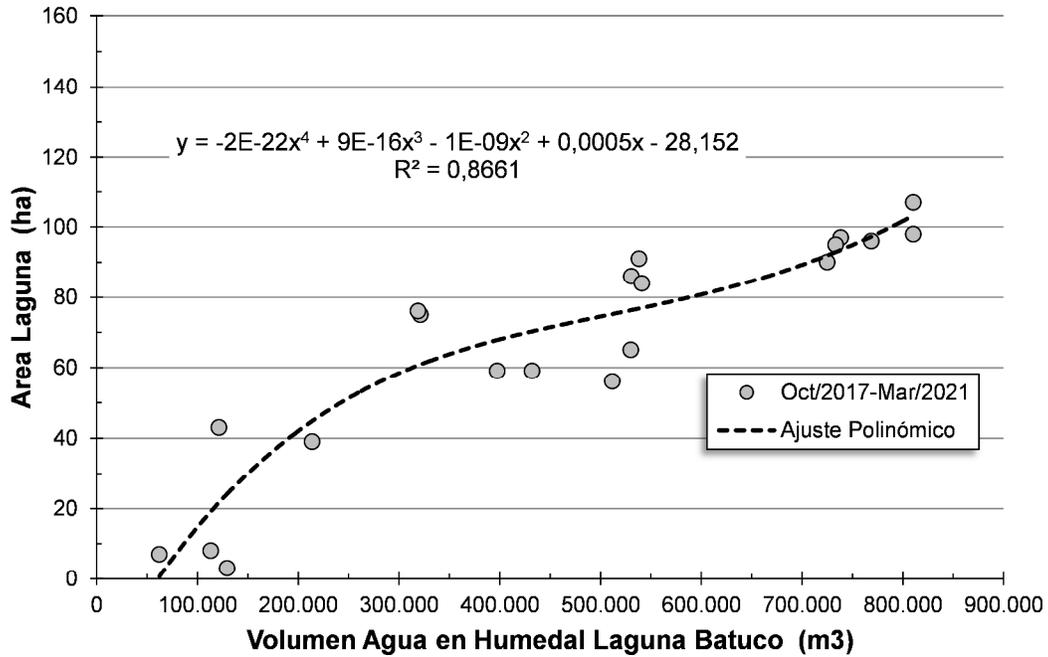


Figura N°4.5: Relación entre el área del espejo de agua libre (laguna, medido en imágenes satelitales) en función del Volumen Total de Agua en el Humedal evaluado con el Balance Hídrico efectuado. Fuente: Elaboración propia.

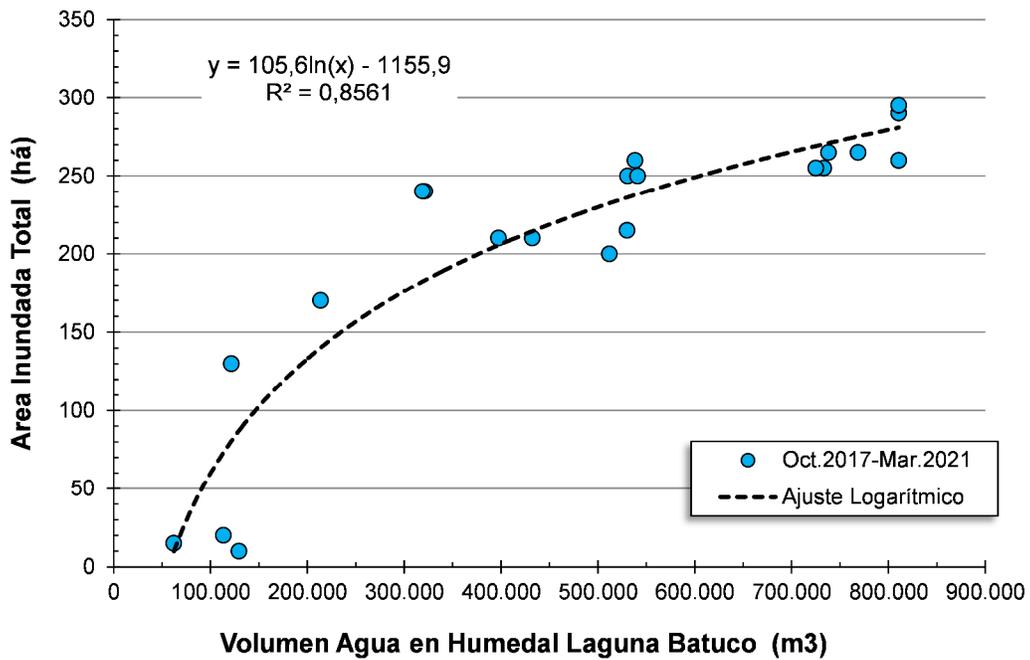


Figura N°4.6: Relación entre el Área Total Inundada en el Humedal (medido en imágenes satelitales) en función del Volumen Total de Agua en el Humedal evaluado con el Balance Hídrico efectuado. Fuente: Elaboración propia.

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

PERÍODO ESTIVAL	PERÍODO ESTIVAL			
	Oct/2020-Mar/2021	Oct/2019-Mar/2020	Oct/2018-Mar/2019	Oct/2017-Mar/2018
Factor Uso Derechos Jara:	0,6	0,6	0,6	0,6
Factor Evap Suelo Saturado	0,80	0,80	0,80	0,30
L/s pérdidas trayecto:	15,0	15,0	15,0	15,0
% pérdidas estero	0,05	sin descarga a estero		
Derrames de Riego %	0,5	0,5	0,5	0,5
Factor Escorrentía directa	0,4	0,4	0,4	0,4

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

Mes-Año	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)										SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)					VOLUMEN FIN MES (M3)	Área Inundada Total (ha)	Fecha Imagen Satelital		
	Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes)	Escoorrentía Directa (1)	Derrames Riego (1)	Descarga PTAS menos Extracción y Pérdidas	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS (Informe producción)	Extracción Antropica (2)	Pérdidas en trayecto a Laguna	TOTAL ENTRADAS a Laguna	Área (ha) Espejo de Agua	Área (ha) de Vegetación Saturada	Evap. Desde Superficies de Agua (m3/mes)	Extracción Adicional Desconocida (m3/mes)	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse)				REBASE (m3/mes)	
oct-17	570	171.386	442.034	31.241	402.911	0	691.027	263.207	24.909	1.157.902	166	147.159	123	167	217.880	0	364.989	938.315	810.598	24-oct-17
nov-17	0,0	0	0	30.233	383.174	0	671.328	254.717	33.437	520.179	169	139.425	96	169	233.444	0	422.869	538.161	768.748	25-nov-17
dic-17	0,0	0	0	31.241	267.652	0	575.856	263.207	44.997	409.223	170	181.560	91	169	354.382	0	535.942	103.658	538.371	11-dic-17
ene-18	0,0	0	0	31.241	255.465	0	570.099	263.207	51.827	397.036	166	205.176	75	165	341.143	0	546.319	67.721	321.367	12-ene-18
feb-18	0,0	0	0	28.218	125.507	0	406.026	237.736	43.183	253.378	164	185.976	43	87	267.299	0	453.275	0	121.471	13-feb-18
mar-18	0,0	0	0	31.241	365.471	0	466.042	263.207	37.364	307.042	167	147.795	7	8	218.454	0	366.249	0	62.264	17-mar-18
oct-17 a mar-18	TOTAL (M3)	171.386	442.034	183.414	1.600.180	0	3.381.178	1.545.281	235.716	3.044.760	TOTAL (M3)	1.007.091	0	0	1.682.551	0	2.689.642	1.248.854		

Notas:
(1) Meteorología de Mellado, 2006
En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales
(2) Uso "Neto" DdeA Jara (m3/mes) Alt-2

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

Mes-Año	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)										SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)					VOLUMEN FIN MES (M3)	Área Inundada Total (ha)	Fecha Imagen Satelital		
	Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes)	Escoorrentía Directa (1)	Derrames Riego (1)	Descarga PTAS menos Extracción y Pérdidas	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS (Informe producción)	Extracción Antropica (2)	Pérdidas en trayecto a Laguna	TOTAL ENTRADAS a Laguna	Área (ha) Espejo de Agua	Área (ha) de Vegetación Saturada	Evap. Desde Superficies de Agua (m3/mes)	Extracción Adicional Desconocida (m3/mes)	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse)				REBASE (m3/mes)	
oct-18	0,0	0	0	31.241	357.378	0	645.494	263.207	24.909	498.949	158	140.067	139	156	231.615	0	371.682	272.669	810.598	19-oct-18
nov-18	0,3	692	1.979	30.233	370.214	0	658.868	254.717	33.437	509.890	167	137.775	97	168	309.817	0	447.592	134.586	738.310	28-nov-18
dic-18	1,2	2.616	7.917	31.241	313.185	0	621.389	263.207	44.997	466.289	165	176.220	86	164	394.328	0	570.948	102.425	530.627	30-dic-18
ene-19	0,0	0	0	31.241	325.104	0	640.138	263.207	51.827	466.674	167	206.412	76	164	404.585	0	610.997	67.309	318.996	15-ene-19
feb-19	0,0	0	0	28.218	294.851	0	575.770	237.736	43.183	422.722	162	183.708	39	131	344.171	0	527.879	0	213.839	24-feb-19
mar-19	0,3	396	4.948	31.241	285.999	0	586.570	263.207	37.364	432.914	155	137.175	8	12	396.225	0	533.400	0	113.353	20-mar-19
oct-18 a mar-19	TOTAL (M3)	3.704	14.844	183.414	1.946.731	0	3.727.728	1.545.281	235.716	2.796.499	TOTAL (M3)	981.357	0	0	2.080.741	0	3.062.098	576.988		

Notas:
(1) Meteorología de Mellado, 2006
En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales
(2) Uso "Neto" DdeA Jara (m3/mes) Alt-2

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

Mes-Año	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)										SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)										VOLUMEN INICIO MES (M3)	VOLUMEN FIN MES (M3)	Área Inundada Total (ha)	Fecha Imagen Satelital
	Lluvia (mm/mes)	Lluvia (mm/mes)	Escorrentía (1)	Derrames Riego (1)	Descarga PTAS menos Extracción y Pérdidas	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción Antropica (2)	Pérdidas en trayecto a Laguna	TOTAL ENTRADAS a Humedal Laguna Batuco	Área (ha) Vegetación Humedal	ET (m3/mes) Vegetación	Área (ha) Espejo de Agua	Área (ha) Vegetación Saturada	Evap. (m3/mes) Desde Superficies de Agua	Extracción Adicional Desconocida (m3/mes)	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse)	REBALSE (m3/mes)						
oct-19	2.1	4.813	13.855	31.241	360.057	0	648.373	263.207	24.909	520.296	164	145.386	98	162	189.162	0	334.548	331.150	810.598	260	06-oct-19			
nov-19	0.0	0	0	30.233	326.150	0	614.304	254.717	33.437	465.155	163	134.475	95	160	272.070	0	406.545	133.840	733.368	255	07-nov-19			
dic-19	0.0	0	0	31.241	283.722	0	591.926	265.207	44.997	425.293	164	175.152	65	150	351.021	0	526.173	102.347	530.141	215	09-dic-19			
ene-20	0.0	0	0	31.241	217.968	0	533.002	265.207	51.827	359.538	156	192.816	3	7	567.371	0	760.387	0	129.492	30	26-ene-20			
feb-20	0.0	0	0	28.218	190.825	0	471.944	237.736	43.183	318.697	151	171.234	0	0	448.789	0	620.023	0	0	0	27-feb-20			
mar-20	0.0	0	0	31.241	168.149	0	468.720	263.207	37.364	309.720	154	136.290	0	0	368.934	0	505.224	0	0	0	30-mar-20			
oct-19 a mar-20	4.813	13.855	183.414	1.546.871	3.327.869	1.545.281	235.716	2.396.699	955.353	2.197.348	0	3.152.701	567.337	0	0	0	0	0	0	0	0			

Notas: (1) Metodología de Mellado, 2006
En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales
(2) Derecho Jara (m3/mes) Alt-2

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

Mes-Año	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)										SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)										VOLUMEN INICIO MES (M3)	VOLUMEN FIN MES (M3)	Área Inundada Total (ha)	Fecha Imagen Satelital
	Lluvia (mm/mes)	Lluvia (mm/mes)	Escorrentía (1)	Derrames Riego (1)	Descarga PTAS menos Extracción y Pérdidas	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción Antropica (2)	Pérdidas en trayecto a Laguna	TOTAL ENTRADAS a Humedal Laguna Batuco	Área (ha) Vegetación Humedal	ET (m3/mes) Vegetación	Área (ha) Espejo de Agua	Área (ha) Vegetación Saturada	Evap. (m3/mes) Desde Superficies de Agua	Extracción Adicional Desconocida (m3/mes)	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse)	REBALSE (m3/mes)						
oct-20	0.0	0	0	31.241	306.489	0	594.605	263.207	24.909	448.060	160	141.840	107	153	197.161	0	339.001	254.460	810.598	260	24-oct-20			
nov-20	0.0	0	0	30.233	313.190	0	601.344	254.717	33.437	450.195	166	136.950	90	165	266.247	0	403.197	132.578	725.018	255	25-nov-20			
dic-20	0.0	0	0	31.241	294.436	0	602.640	263.207	44.997	436.007	168	179.424	84	166	336.433	0	515.857	104.089	541.080	250	11-dic-20			
ene-21	23.8	43.602	157.021	31.241	288.316	92.940	515.056	263.207	56.474	630.509	159	196.524	56	144	3163.841	0	560.365	99.415	511.809	200	28-ene-21			
feb-21	0.0	0	0	28.218	343.453	237.565	398.684	237.736	55.061	471.324	163	184.842	59	151	279.628	0	464.470	86.464	432.200	210	21-feb-21			
mar-21	0.0	0	0	31.241	276.035	252.841	336.407	263.207	50.006	417.606	162	143.370	59	151	228.172	0	371.542	81.705	397.560	210	01-mar-21			
oct-20 a mar-21	43.602	157.021	183.414	1.821.918	3.048.736	1.545.281	264.884	2.853.701	982.950	1.671.481	0	2.654.481	757.710	0	0	0	0	0	0	0	0			

Notas: (1) Metodología de Mellado, 2006
En FONDO GRIS, mediciones en imágenes satelitales
(2) Uso "Neto" DdeAJara (m3/mes) Alt-2

4.2.2 Balance Hídrico con Relaciones Volumen-Área (Verificación del Modelo).

Con el modelo conceptual presentado en el numeral 3.1, se efectúa el balance hídrico utilizando ahora las relaciones de las Figuras N°4.5 y N°4.6 y no las mediciones de áreas efectuadas sobre imágenes satelitales. Se intenta verificar si con el volumen de agua en el humedal resultante del balance hídrico es posible evaluar las áreas del espejo de agua, y la incertidumbre que ello conlleva.

En Figura N°4.7 se comparan las áreas de la Laguna (espejo de agua) medidas en las imágenes Landsat con las resultantes del Balance Hídrico efectuado para el período Oct/2017 a Mar/2021.

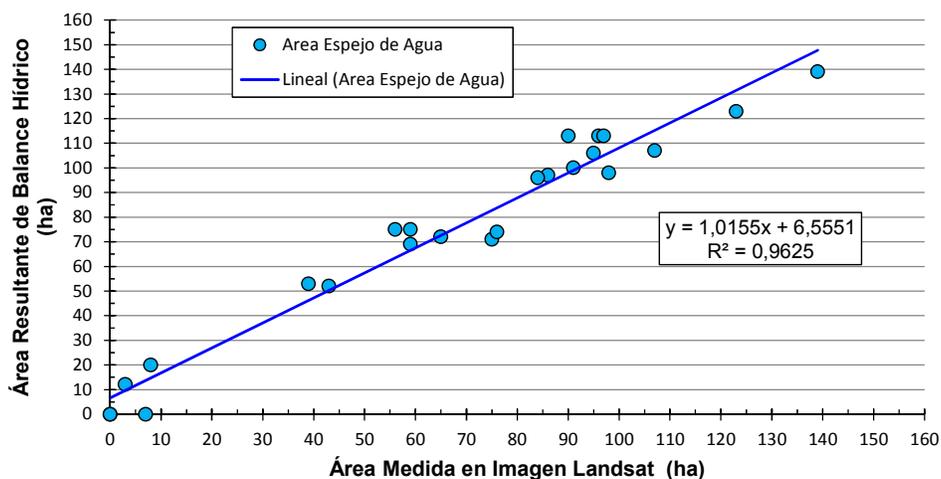


Figura N°4.7: Relación entre el Área de la Laguna medida en imágenes Landsat y el Área resultante del Balance Hídrico utilizando las relaciones de Área del Espejo de Agua en función del Volumen Total de Agua en el Humedal. Fuente: Elaboración propia.

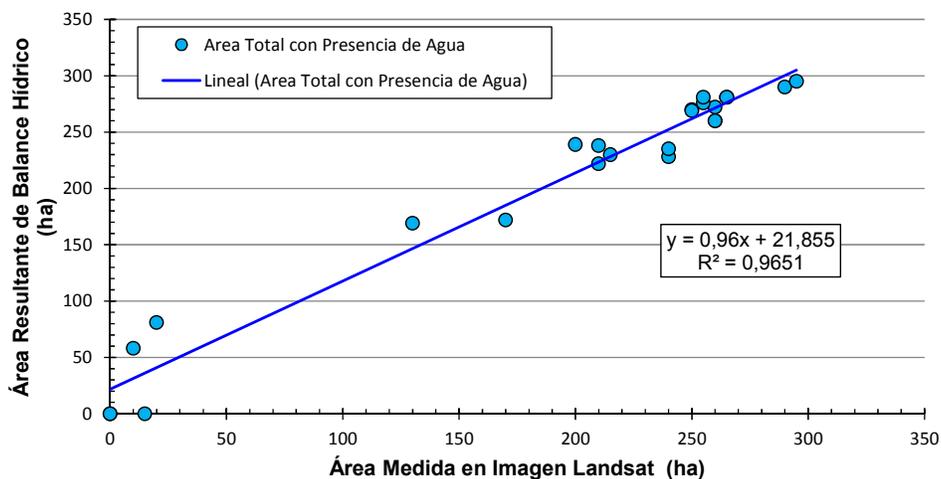


Figura N°4.8: Relación entre el Área Total con Presencia de Agua en el Humedal medida en imágenes Landsat y el Área resultante del Balance Hídrico utilizando las relaciones en función del Volumen Total de Agua en el Humedal. Fuente: Elaboración propia.

Para el logro de lo anterior se debió ajustar los parámetros de calibración (ver **Tabla N°4.6**).

Tabla N°4.6: Ajuste de Parámetros de Calibración del Balance Hídrico.

		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:	0,6	1	0,6	0,6
	Factor Evap Suelo Saturado	0,8	1	1	0,8
	L/s pérdidas trayecto:	15	70 (1)	15	15
	% perdidas estero	0,05	Sin Descarga a Estero		
	Derrames de Riego %	0,5	0	0,5	0,5
	Factor Escorrentía directa	0,4	0,4	0,4	0,4

Nota: (1) Mayor pérdida que la estimada en calibración original. Probablemente en este período se extrajo (antrópico?) un mayor volumen de agua que el estimado en la calibración original

4.2.3 Balance Hídrico Predictivo.

Con los parámetros ajustados del balance, se calcula el balance hídrico asumiendo ahora que la descarga de la PTAS la Cadellada se efectúa directamente en el estero Sin Nombre (ver modelo Conceptual en **Figura N°3.3**).

Se asume además que el caudal del derecho de aprovechamiento se extrae completamente, con lo cual el porcentaje sobre la magnitud del derecho se multiplica por el factor 1 (pronóstico).

Los factores utilizados en las simulaciones de pronóstico, son los indicados en **Tabla N°4.7**. Los Balances Hídricos resultantes se presentan en **Tablas N°4.8 a N°11** siguientes.

Tabla N°4.7: Parámetros de Calibración Utilizados en el Modelo Predictivo.

		PERÍODO DE PRONÓSTICO			
		Oct/2020-Mar/2021	Oct/2019-Mar/2020	Oct/2018-Mar/2019	Oct/2017-Mar/2018
Pronóstico	Factor Uso Derechos Jara:	1	1	1	0,6
	Factor Evap Suelo Saturado	0,80	0,80	0,80	0,80
	L/s pérdidas Tranque-Laguna	Sin descarga a Tranque			15,0
	% perdidas en estero	0,05	0,05	0,05	Sin descarga a estero
	Derrames de Riego %	0,5	0,5	0,5	0,5
	Factor Escorrentía directa	0,4	0,4	0,4	0,4

Tabla N°4.8. Balance Hídrico Pronosticado del Humedal Laguna Batuco, período octubre 2017 a marzo 2018

Mes-Año	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)					SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)					VOLUMEN FIN MES (M3)	Área Inundada Total (ha)							
	Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes)	Escorrentía Directa (1)	Derrames Riego (1)	Descarga PTAS menos Extracción y Pérdidas	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción Antropica (2)	Pérdidas en trayecto a Laguna	TOTAL ENTRADAS a Laguna			Área (ha) Vegetación Total en Humedal	ET (m3/mes) Vegetación	Área (ha) Espejo de Agua	Area (ha) de Vegetación Saturada	Evap. Desde Superficies de Agua	Extracción Adicional Desconocida (m3/mes)	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse)	REBALSE (m3/mes)
oct-17	67.0	371.386	442.034	31.241	402.911	0	691.027	263.207	24.909	1.157.902	166	147.159	123	167	217.830	0	364.989	938.315	290
nov-17	0.0	0	30.233	383.174	0	671.328	254.717	33.437	520.179	169	139.425	113	177	298.526	0	437.951	137.193	290	
dic-17	0.0	0	31.241	267.652	0	576.856	263.207	44.997	409.223	170	181.560	102	171	385.886	0	567.446	97.502	273	
ene-18	0.0	0	31.241	295.465	0	570.499	263.207	51.827	397.036	166	205.176	72	158	408.660	0	608.836	0	288.108	
feb-18	0.0	0	28.218	125.507	0	406.426	237.756	43.183	253.378	164	185.976	53	119	399.326	0	545.302	0	172	
mar-18	0.0	0	31.241	165.471	0	466.042	263.207	37.364	307.042	157	138.945	0	0	402.750	0	541.695	0	0	
oct-17 a mar-18		171.386	442.034	183.414	1.600.180	3.381.178	1.545.281	235.716	3.044.760		998.241						3.066.219	1.173.010	0

Notes: (1) Meteorología de Meli ado, 2006

(2) Uso "Neto" Jara (m3/mes) Alt-2

Tabla N°4.9. Balance Hídrico Pronosticado del Humedal Laguna Batuco, período octubre 2018 a marzo 2019

Mes-Año	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)					SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)					VOLUMEN FIN MES (M3)	Área Inundada Total (ha)							
	Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes)	Escorrentía Directa (1)	Derrames Riego (1)	Descarga PTAS menos Extracción y Pérdidas	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción Antropica (2)	Pérdidas en trayecto a Laguna	TOTAL ENTRADAS a Laguna			Área (ha) Vegetación Total en Humedal	ET (m3/mes) Vegetación	Área (ha) Espejo de Agua	Area (ha) de Vegetación Saturada	Evap. Desde Superficies de Agua	Extracción Adicional Desconocida (m3/mes)	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse)	REBALSE (m3/mes)
oct-18	0.0	0	0	31.241	187.280	0	648.494	438.679	19.535	402.405	158	140.667	139	156	231.615	0	371.682	176.125	295
nov-18	0.3	740	1.979	30.233	213.250	0	658.368	424.528	20.590	424.155	167	137.775	113	168	314.897	0	452.672	122.587	281
dic-18	1.2	2.628	7.917	31.241	164.380	0	621.389	438.679	18.330	390.050	165	176.220	87	172	381.807	0	558.027	82.602	259
ene-19	0.0	0	0	31.241	182.191	0	640.138	438.679	19.267	397.316	167	206.412	65	144	433.343	0	659.755	0	209
feb-19	0.0	0	28.218	162.262	0	575.770	396.226	17.282	356.569	162	183.708	31	83	404.218	0	587.926	0	114	
mar-19	0.3	372	4.948	31.241	131.302	0	586.570	438.679	16.589	351.747	155	137.175	0	0	406.904	0	544.079	0	0
oct-18 a mar-19		3.740	14.844	183.414	1.040.666	3.727.728	2.575.470	111.592	2.322.242		981.357						3.154.141	381.314	0

Notes: (1) Meteorología de Meli ado, 2006

(2) Uso "Neto" igual al 100% del derecho existente

Tabla N°4.10. Balance Hídrico Pronosticado del Humedal Laguna Batuco, período octubre 2019 a marzo 2020

Mes-Año	ENTRADAS AL HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)					SALIDAS DESDE HUMEDAL LAGUNA BATUCO (M3/MES)					VOLUMEN FIN MES (M3)	Área Inundada Total (ha)							
	Lluvia (mm/mes)	Lluvia (m3/mes)	Escorrentía Directa (1)	Derrames Riego (1)	Descarga PTAS menos Extracción y Pérdidas	Descarga PTAS a Estero S/Nombre	Descarga PTAS a Tranque San Rafael	Extracción Antropica (2)	Pérdidas en trayecto a Laguna	TOTAL ENTRADAS a Laguna			Área (ha) Vegetación Total en Humedal	ET (m3/mes) Vegetación	Área (ha) Espejo de Agua	Area (ha) de Vegetación Saturada	Evap. Desde Superficies de Agua	Extracción Adicional Desconocida (m3/mes)	TOTAL SALIDAS POTENCIAL (antes de Rebalse)	REBALSE (m3/mes)
oct-19	2.1	4.813	13.855	31.241	189.825	0	648.173	438.679	19.669	423.618	164	145.386	98	162	189.162	0	334.548	234.472	260
nov-19	0.0	0	0	30.233	171.390	0	614.304	424.528	18.386	379.576	163	134.475	113	168	294.297	0	428.772	119.827	281
dic-19	0.0	0	0	31.241	136.931	0	591.926	438.679	16.857	351.516	164	175.152	85	171	325.172	0	500.324	82.780	256
ene-20	0.0	0	0	31.241	80.412	0	533.002	438.679	13.910	295.537	156	192.816	65	144	364.816	0	557.632	0	209
feb-20	0.0	0	0	28.218	63.438	0	471.744	396.226	12.080	257.744	151	171.234	27	74	361.004	0	532.238	0	101
mar-20	0.0	0	0	31.241	19.345	0	468.720	438.679	10.696	234.470	154	136.290	0	0	368.934	0	505.224	0	0
oct-19 a mar-20		4.813	13.855	183.414	660.800	3.327.969	2.575.470	91.599	1.942.460		955.353						2.858.737	437.079	0

Notes: (1) Meteorología de Meli ado, 2006

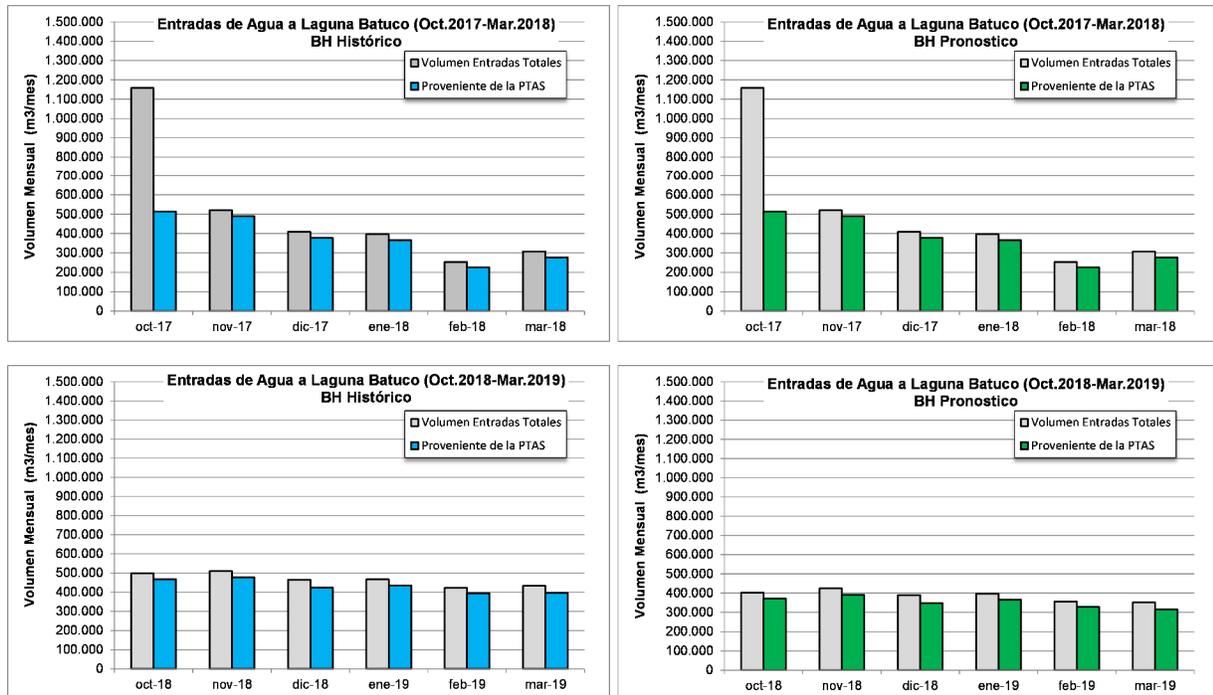
(2) Uso "Neto" igual al 100% del derecho existente

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°4.8 a 4.11**). No se incluye en la comparación el período Oct/2019-Mar/2020 (**Tablas N°4.4 y N°4.10**) ya que es el año que presenta mayor incertidumbre (ver **Tabla N°4.6**).

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



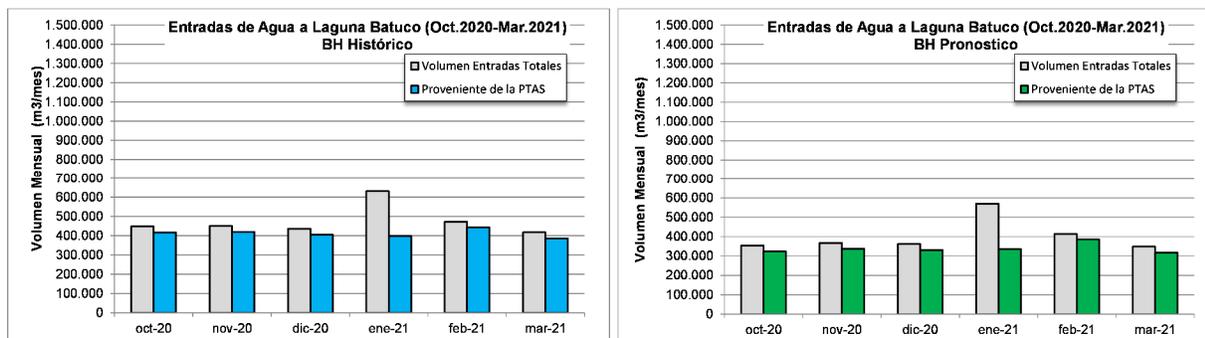


Figura N°5.1. Volumen mensual de aguas (calculado con el balance hídrico) que ingresan al Humedal Laguna Batuco; simulaciones para la condición histórica (columna izquierda, color azul) y para el pronóstico (columna a la derecha, color verde)

5.2 EFECTOS EN LA SUPERFICIE DEL ESPEJO DE AGUA DE LA LAGUNA

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

En **Figura N°5.2** se presentan las áreas de la laguna (superficie de agua libre) y las del área total inundada (en **Figura N°5.3**) en el Humedal Laguna Batuco. Se pronostica que la no descarga de la PTAS La Cadellada al estero Sin Nombre, en el periodo considerado en el proceso sancionatorio de la SMA, no tuvo efecto negativo; de hecho, en la condición de pronóstico el área de la laguna hubiese sido menor (**Figura N°5.3**).

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.

Con el objetivo de evaluar el efecto de la extracción de agua del derecho existente, se rehace la simulación pero ahora considerando que el volumen de agua que se extrae corresponde a un 70% del volumen autorizado (correspondiente a aproximadamente 2.100.000 m³/año). En **Figura N°5.4** y **N°5.5** se presentan los resultados de la simulación con este supuesto, observándose que la laguna no se seca bajo esta condición de menores extracciones.

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

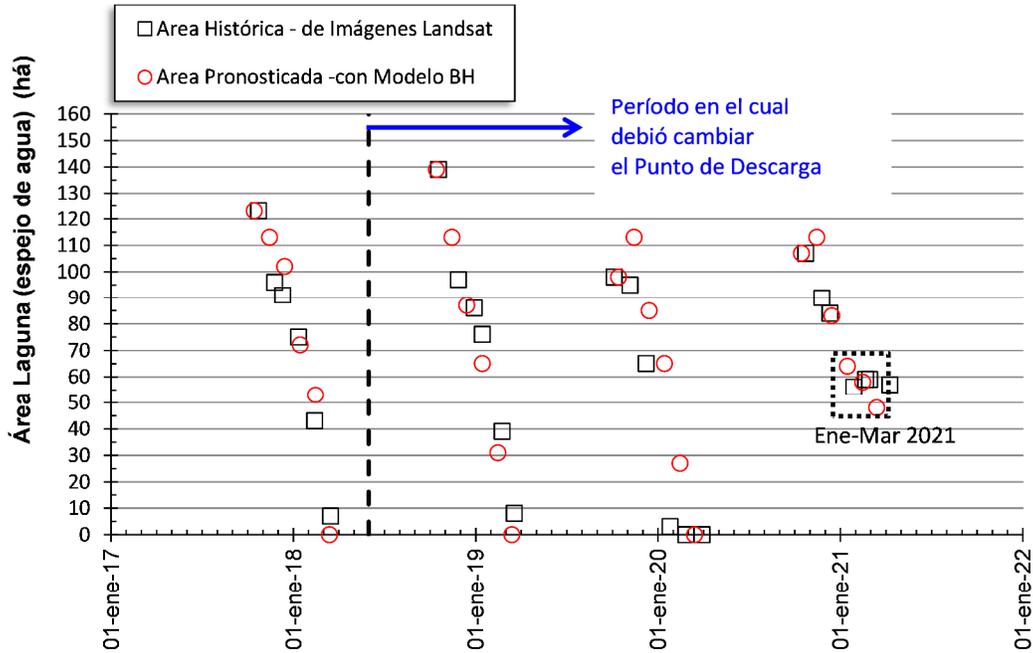


Figura N°5.2: Área de la Laguna Batuco (espejo de agua, en há) en su condición histórica (medida en imágenes Landsat) y pronosticada (si la descarga de La Cadellada se hubiese realizado íntegramente al estero Sin Nombre), asumiendo que el Derecho de Aprovechamiento de Aguas Superficiales constituido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

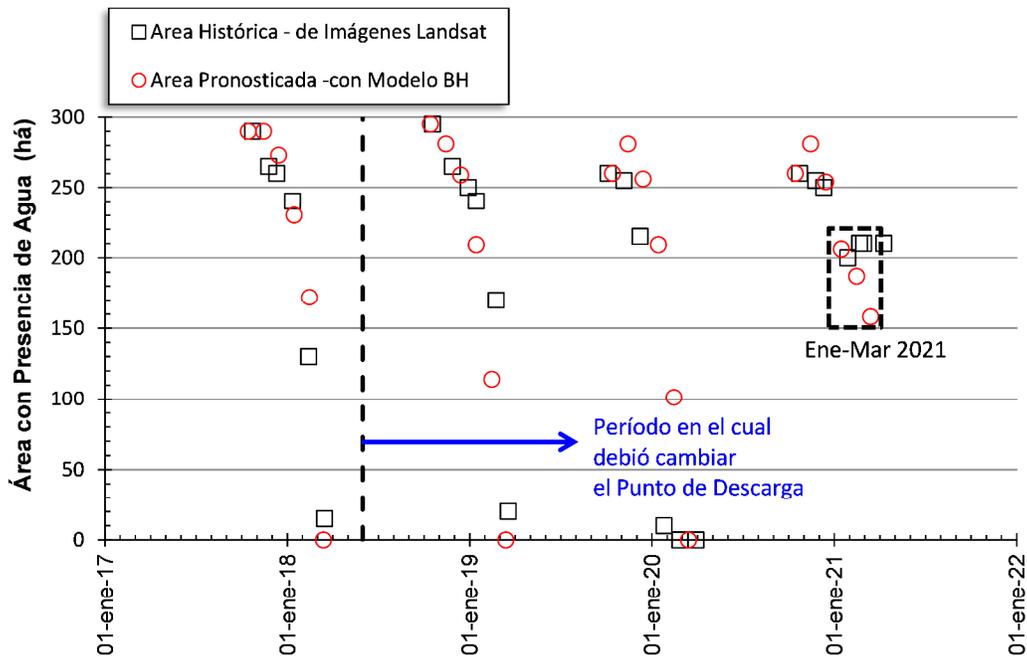


Figura N°5.3: Área Inundada de Agua en el Humedal Laguna Batuco (en há) en su condición histórica (medida en imágenes Landsat) y pronosticada (si la descarga de La Cadellada se hubiese realizado íntegramente al estero Sin Nombre, asumiendo que el Derecho de Aprovechamiento de Aguas Superficiales constituido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

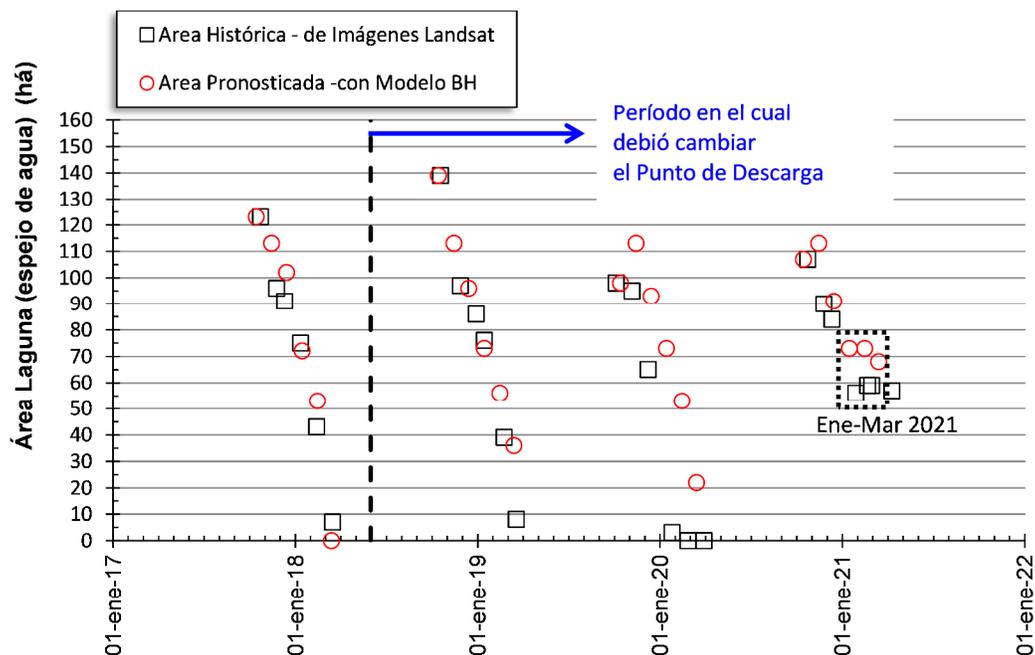


Figura N°5.4: Comparación del Área de la Laguna Batuco (espejo de agua, en há) en su condición histórica (medida en imágenes Landsat) y pronosticada, considerando que se extrae de estero Sin Nombre un 70% del volumen correspondiente al Derecho de Aprovechamiento de Aguas Superficiales constituido (aproximadamente 2.100.000 m³/año).. Fuente: Elaboración propia.

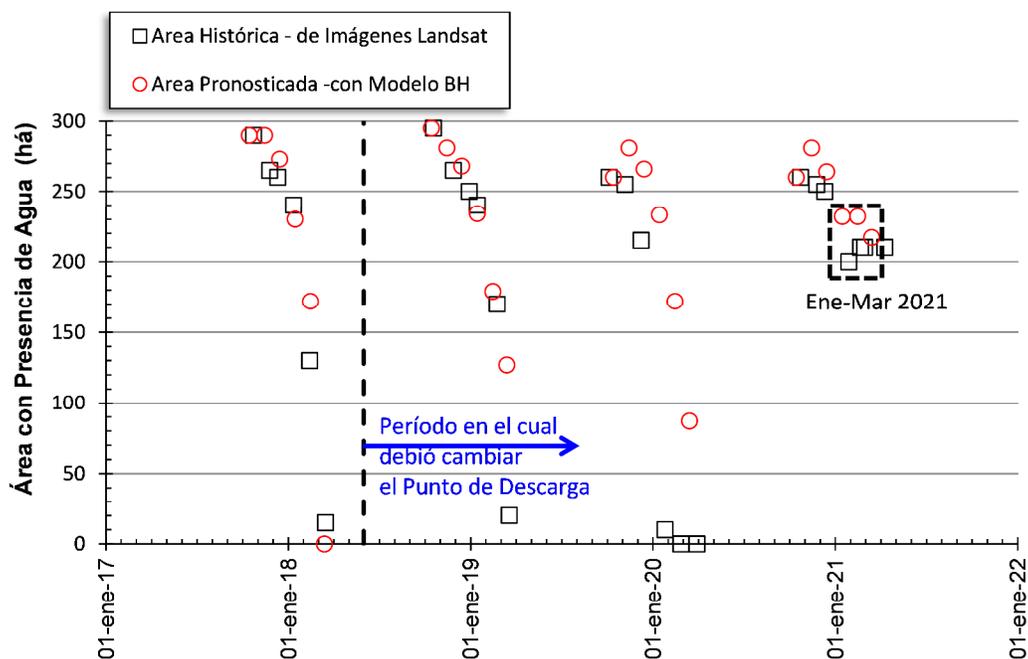


Figura N°5.5: Comparación del Área Total con presencia de agua en el Humedal de la Laguna Batuco (en há) en su condición histórica (medida en imágenes Landsat) y en la situación pronosticada, considerando que se extrae de estero Sin Nombre un 70% del volumen correspondiente al Derecho de Aprovechamiento de Aguas Superficiales constituido (aproximadamente 2.100.000 m³/año).. Fuente: Elaboración propia.

5.3 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, producidos por 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, se concluye:

- a) La reproducción con el Balance Hídrico de las condiciones históricas (ver **Tabla N°4.2**) muestra que las aguas descargadas de la PTAS La Cadellada llegaron al Humedal Laguna Batuco (realizó aportes de aguas al humedal). Sin embargo, como el sustento hídrico de la Laguna Batuco depende casi exclusivamente (en el período estival, sin lluvias) del volumen de aguas de La Cadellada que llega a la laguna (ver **Figura N°5.1**), probablemente llegó un volumen menor al mínimo requerido por la laguna en el período considerado en el proceso sancionatorio de la SMA.
- b) Aun cuando la PTAS La Cadellada hubiese descargado en el plazo indicado al estero Sin Nombre, el modelo de pronóstico desarrollado no predice un aumento de la superficie del espejo de agua (no predice un efecto positivo, ver **Figura N°5.2**). Lo anterior debido a que esas aguas 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 y aproximadamente 100 metros aguas abajo del punto de descarga (comprometido) de las aguas de La Cadellada.
- c) Se pronostica que para producir un aumento del espejo de agua, junto con la realización de la descarga al estero Sin Nombre en la fecha que correspondió hacerlo, se debería haber producido una extracción de sólo el 70% del derecho constituido, logrando así que la laguna no se seque y mantenga un espejo de agua en el período de verano (ver **Figura N°5.4**).
- d) Lo anterior es comprobado en el período marzo a abril del año 2021 (ver **Figuras N°5.2 y 5.4**). En dicho período La Cadellada descargó un caudal promedio diario de aproximadamente 100 L/s (mediciones diarias efectuadas en el período 24 enero 2021 al 31 mayo 2021), 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 de su espejo de agua.

- e) En relación a la cobertura vegetal en el Humedal Laguna Batuco, el desecamiento histórico de la superficie total inundada en el humedal ha producido una disminución en su área, disminución que ha sido evaluada en un máximo (histórico) de 11 hectáreas, respecto al promedio de 162 hectáreas (6,8% de disminución).
- f) Esa disminución en el área de vegetación probablemente esté asociada a la disminución del volumen de agua que llega al sector del humedal. No obstante, como se señala en los puntos anteriores, la disminución del volumen del agua al humedal está relacionado con las extracciones de agua para el regadío, extracciones que tienen constituidos derechos de aprovechamiento de aguas y cuyo punto de captación está aproximadamente 100 metros aguas abajo del punto de descarga comprometido por La Cadellada.

GP

Junio 2021

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-686, Rev. Q

Junio 2021



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

Precipitación			Área Presencia de Agua (ha)	Área Vegetación (ha)	Área Espejos de Agua (ha)	Fecha Imagen Landsat
mes-año	Colina Cód.:330164 mm/mes	Colina (Reg.) Cód.:330162 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 (ha)	Área Vegetación (ha)	Área Espejos de Agua (ha)	Fecha Imagen Landsat
mes-año	Colina	Colina (Reg.)				
	Cód.:330164	Cód.:330162				
	mm/mes	mm/mes				
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 Landsat 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.

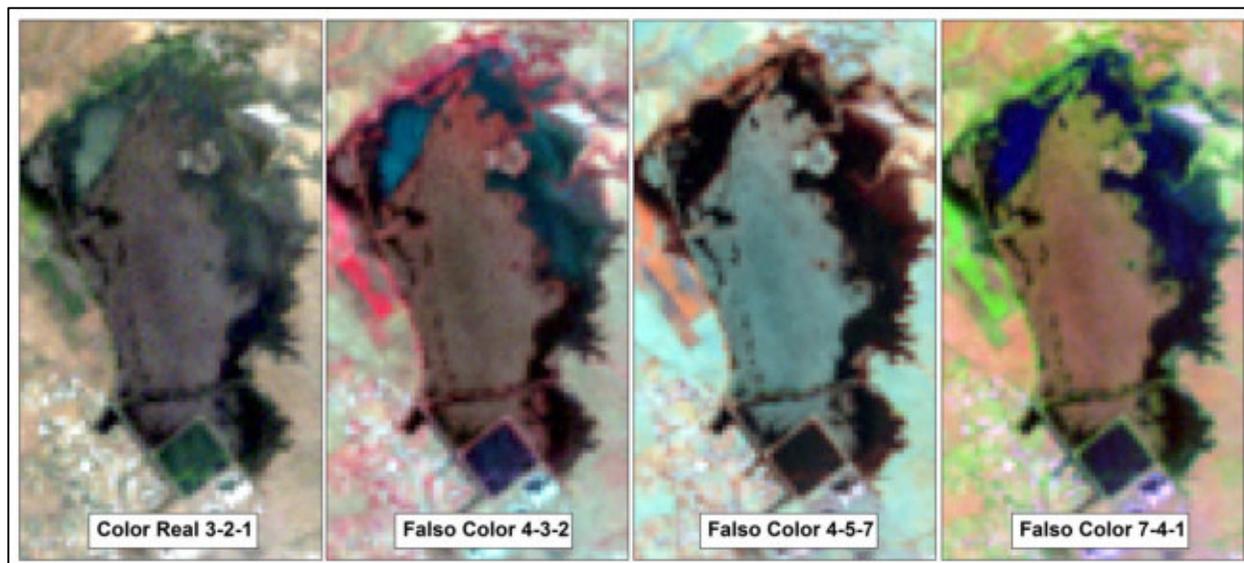


Figura N°A.2: Combinaciones de bandas espectrales generadas con Landsat 7, sector Laguna Batuco.

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**).

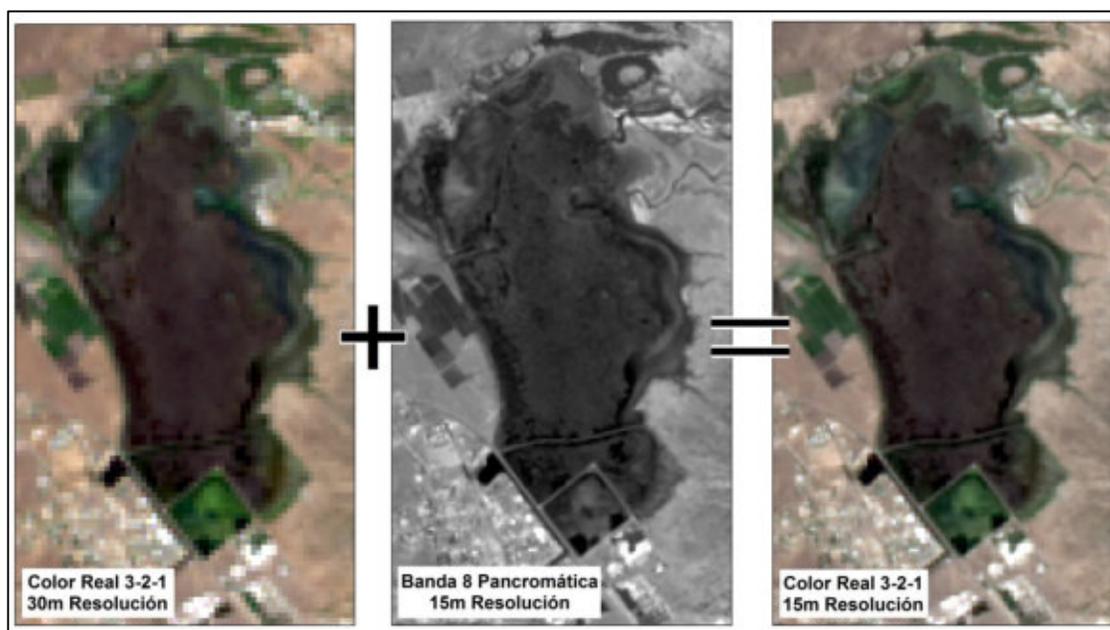
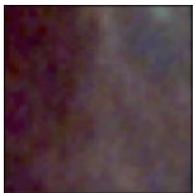
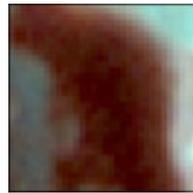
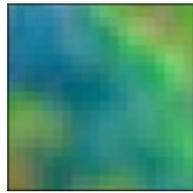
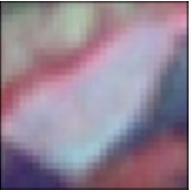


Figura N°A.3: Procesamiento Pan-sharpened con imágenes Landsat 8, sector Laguna Batuco.

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 periodos 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 cuadrangular (ver **Figura N°A.4**).

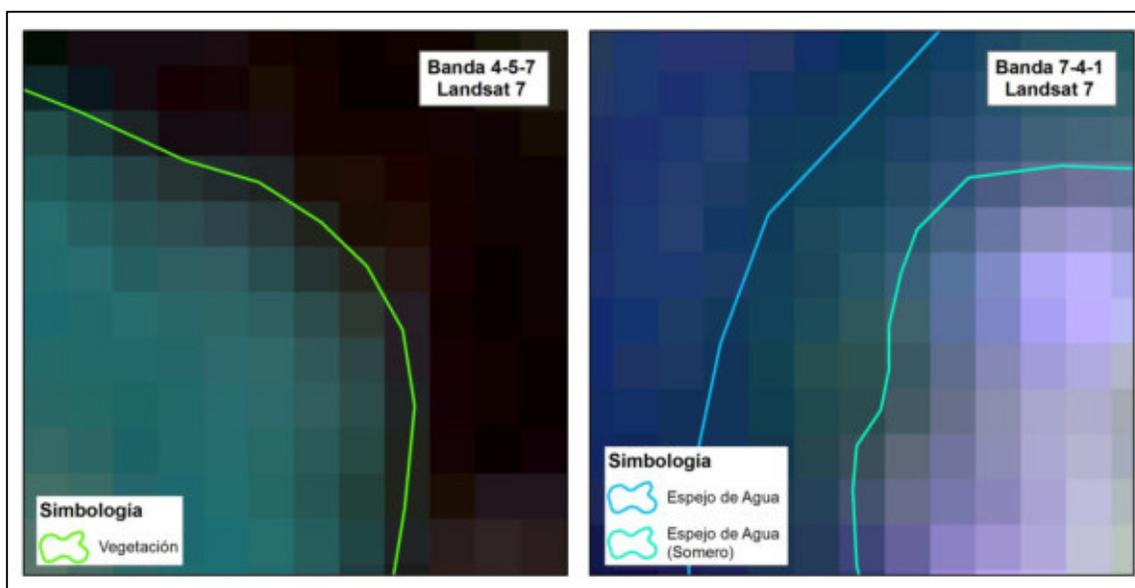


Figura N°4.4: Delimitación vegetación en humedal y de cuerpos de aguas.

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**).

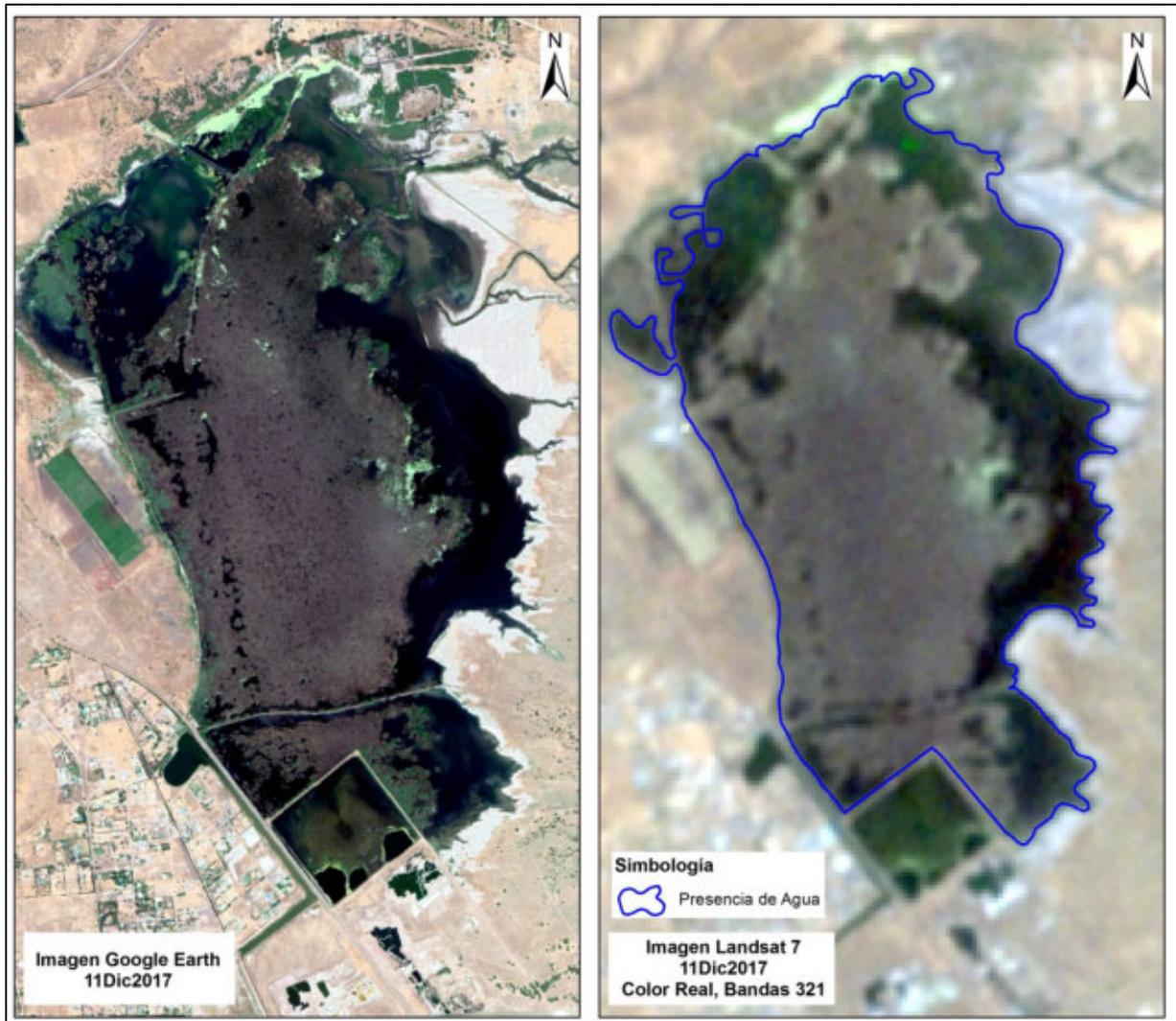


Figura N°A.5: Imagen Google Earth (izquierda) y delimitación de área “Presencia de Agua” (derecha en azul).

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 sobrepuestas 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)

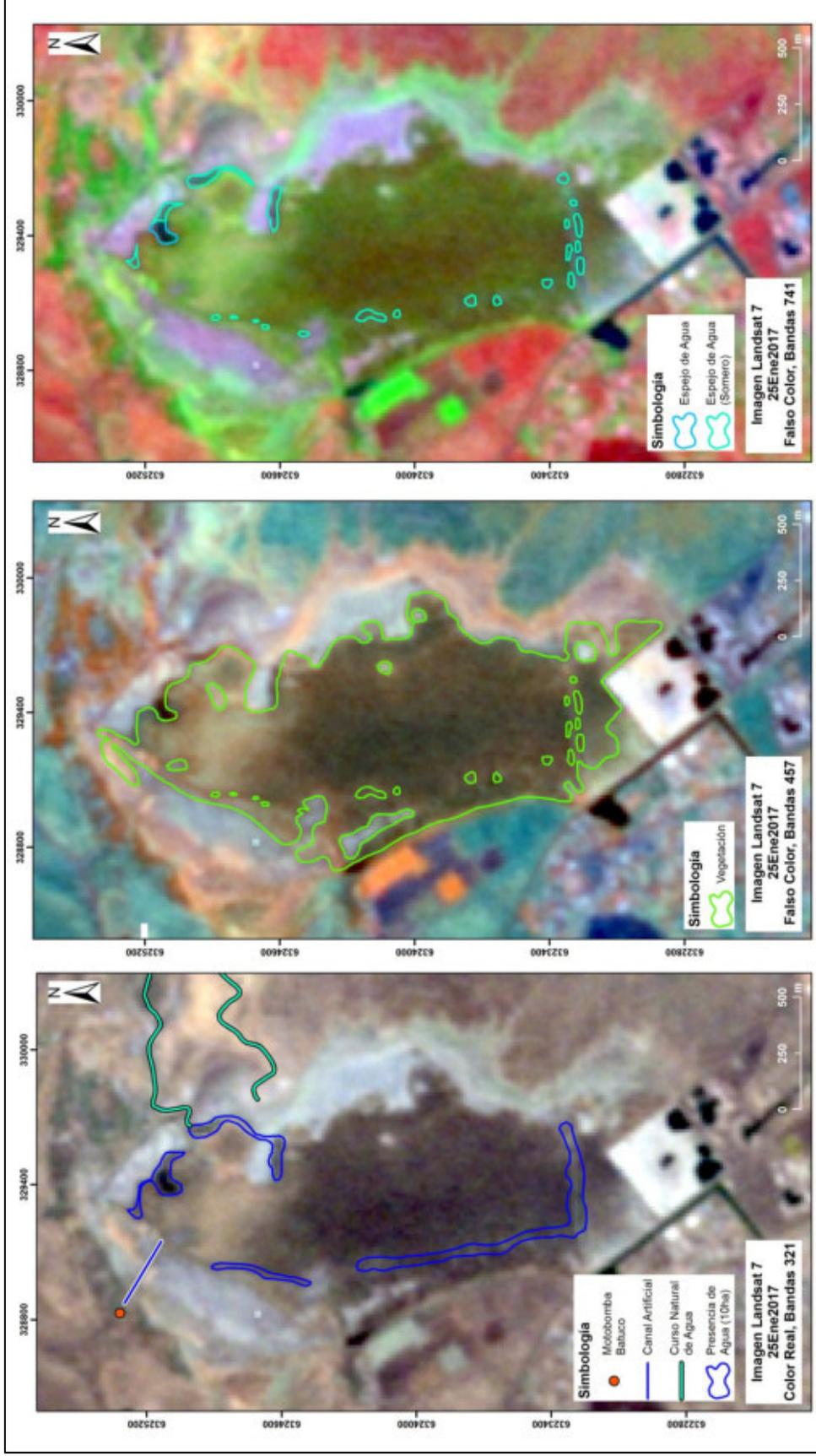


Figura N°A.6: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 25Ene2017 en Landsat 7.

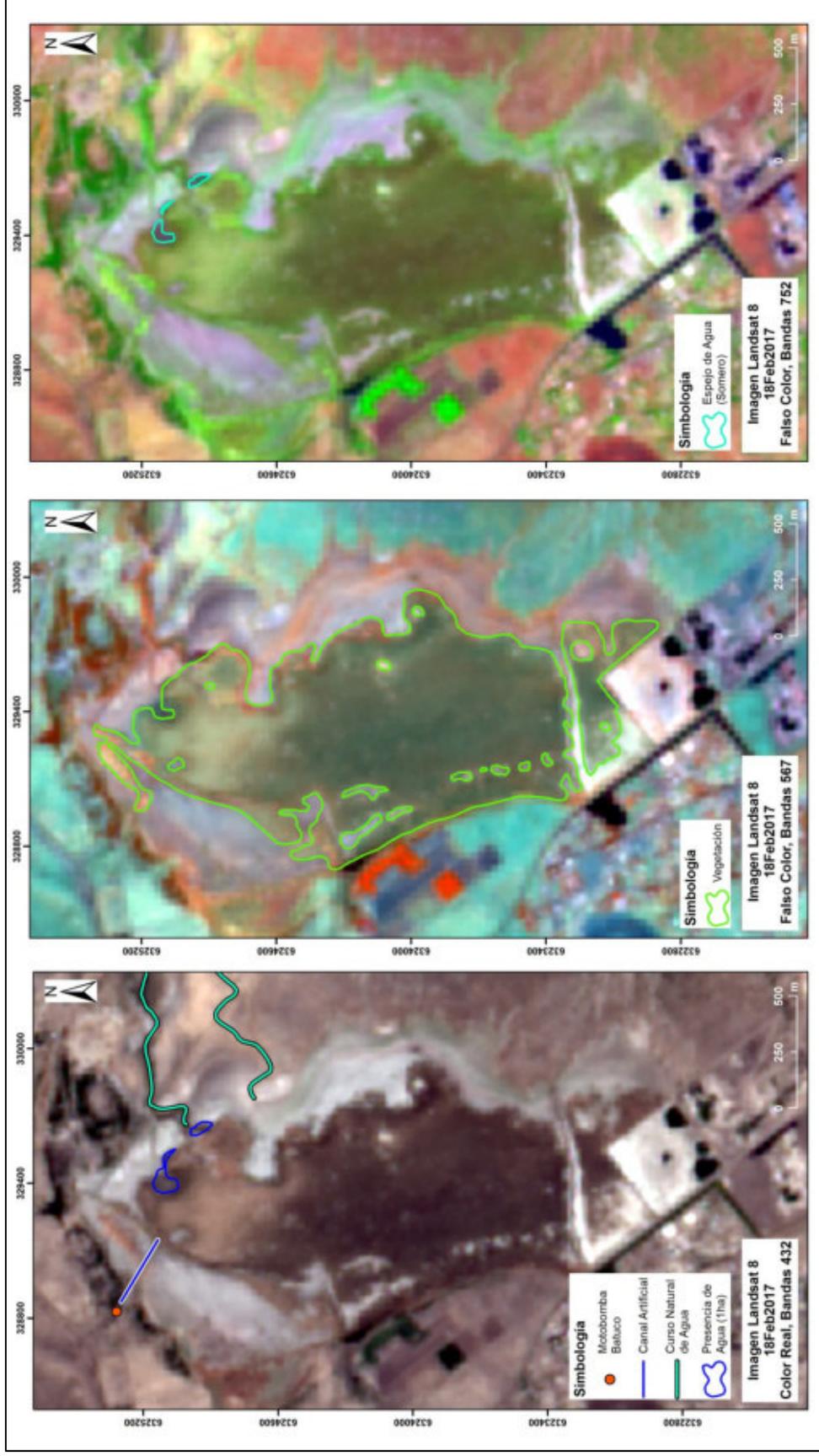


Figura N°A.7: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 18Feb2017 en Landsat 8.

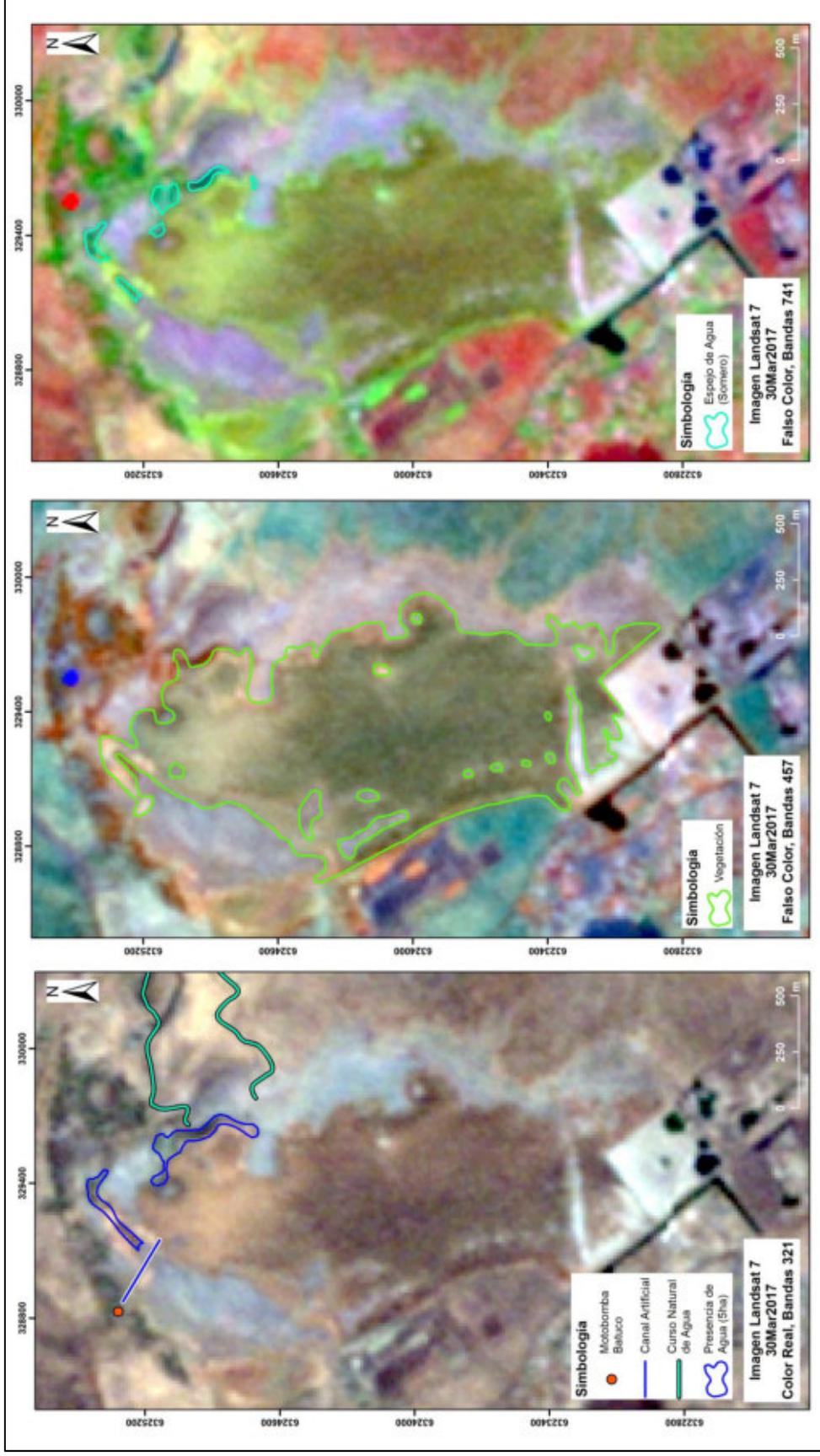


Figura N°A.8: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 30Mar2017 en Landsat 7.

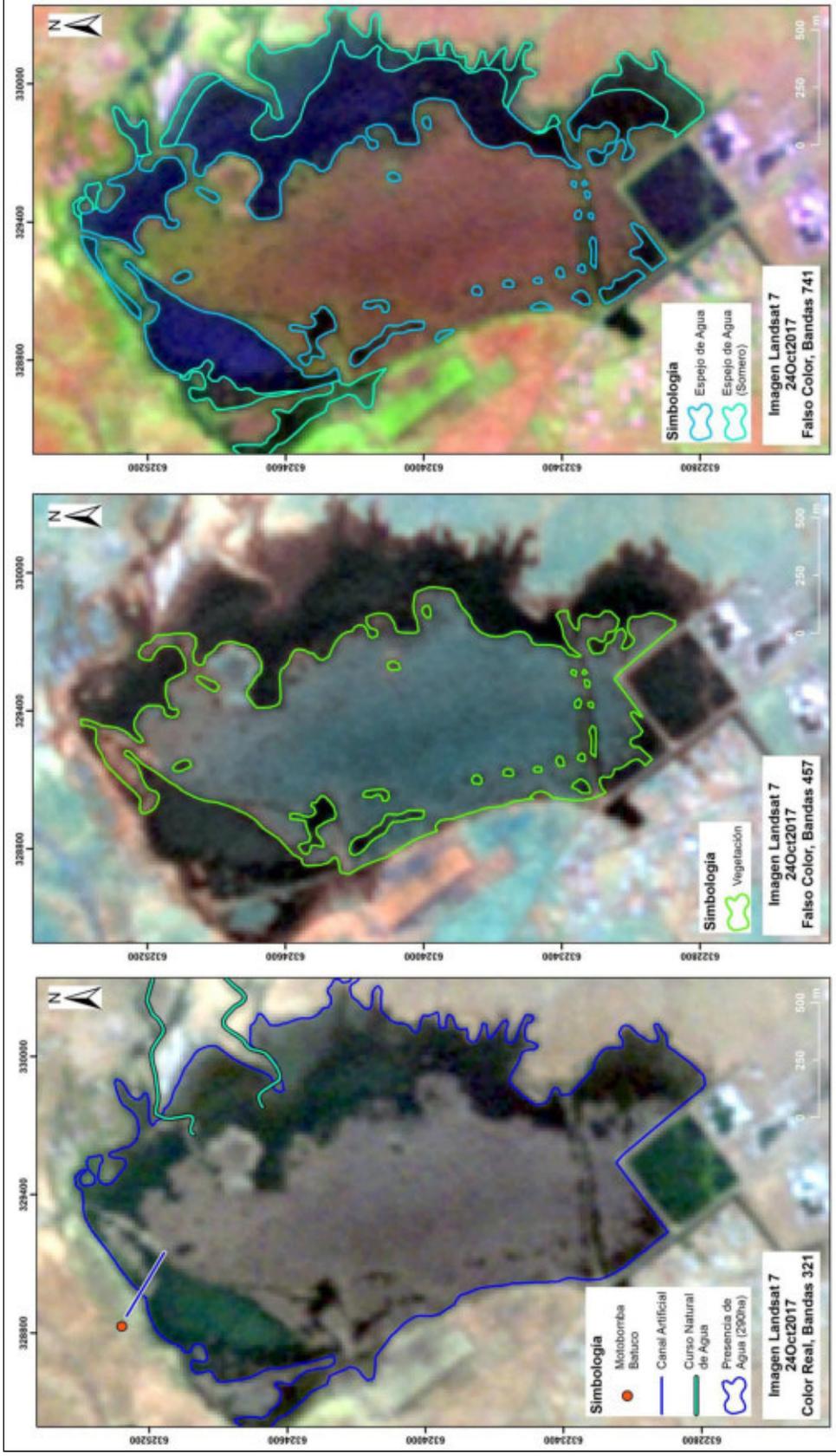


Figura N°A.9: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 24Oct2017 en Landsat 7.

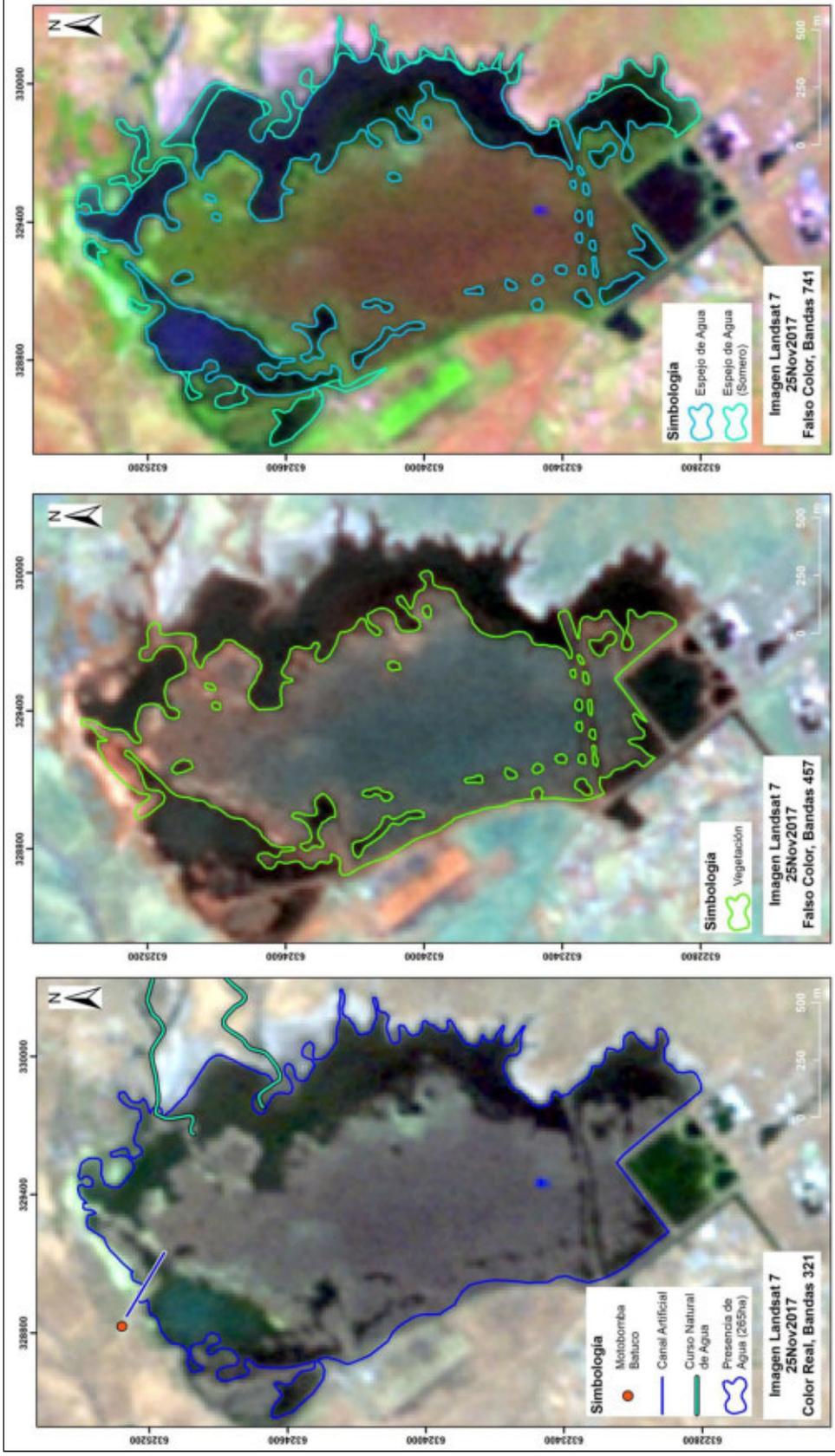


Figura N°A.10: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 25Nov2017 en Landsat 7.

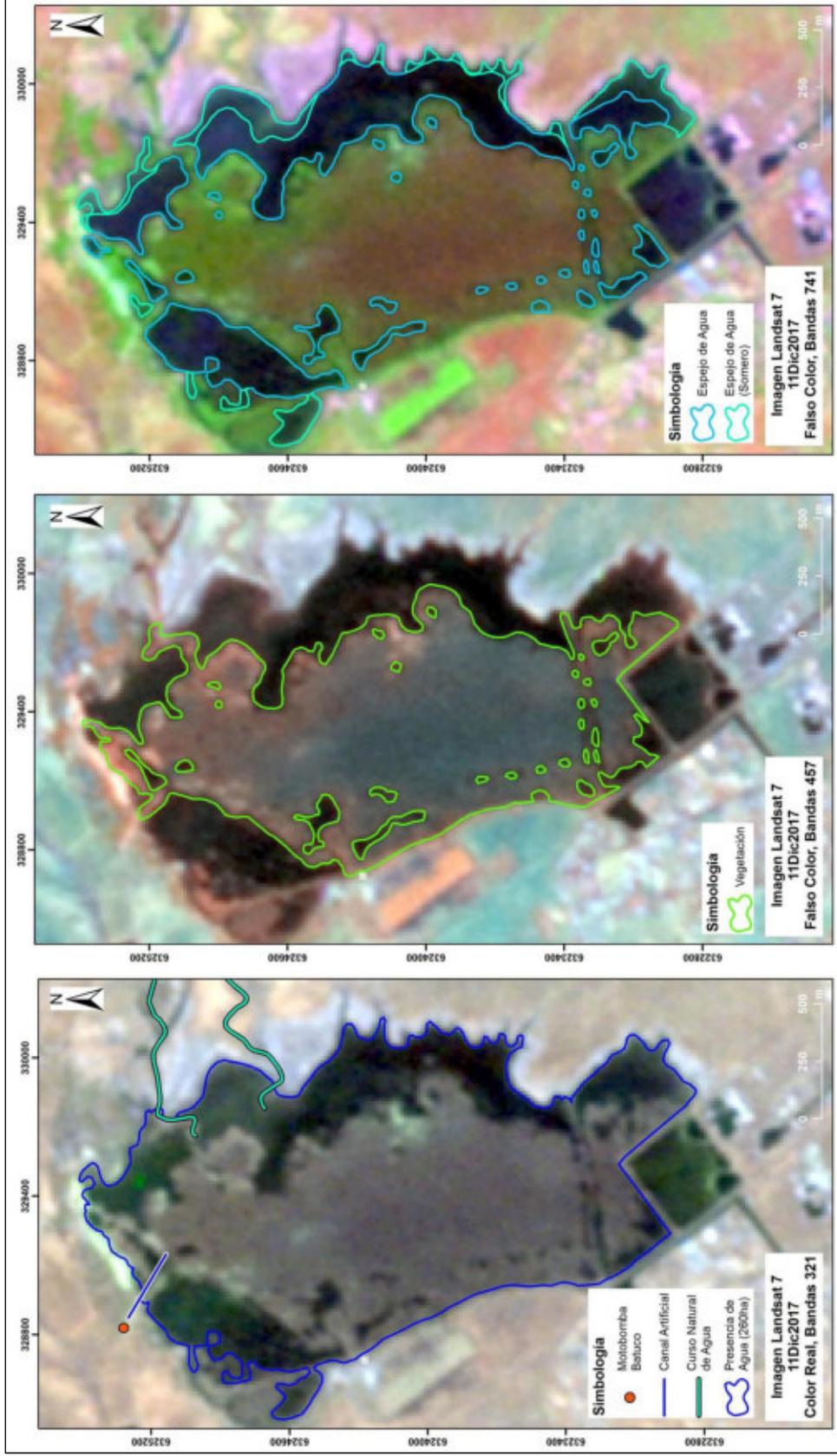


Figura N° A.11: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 11Dic2017 en Landsat 7.

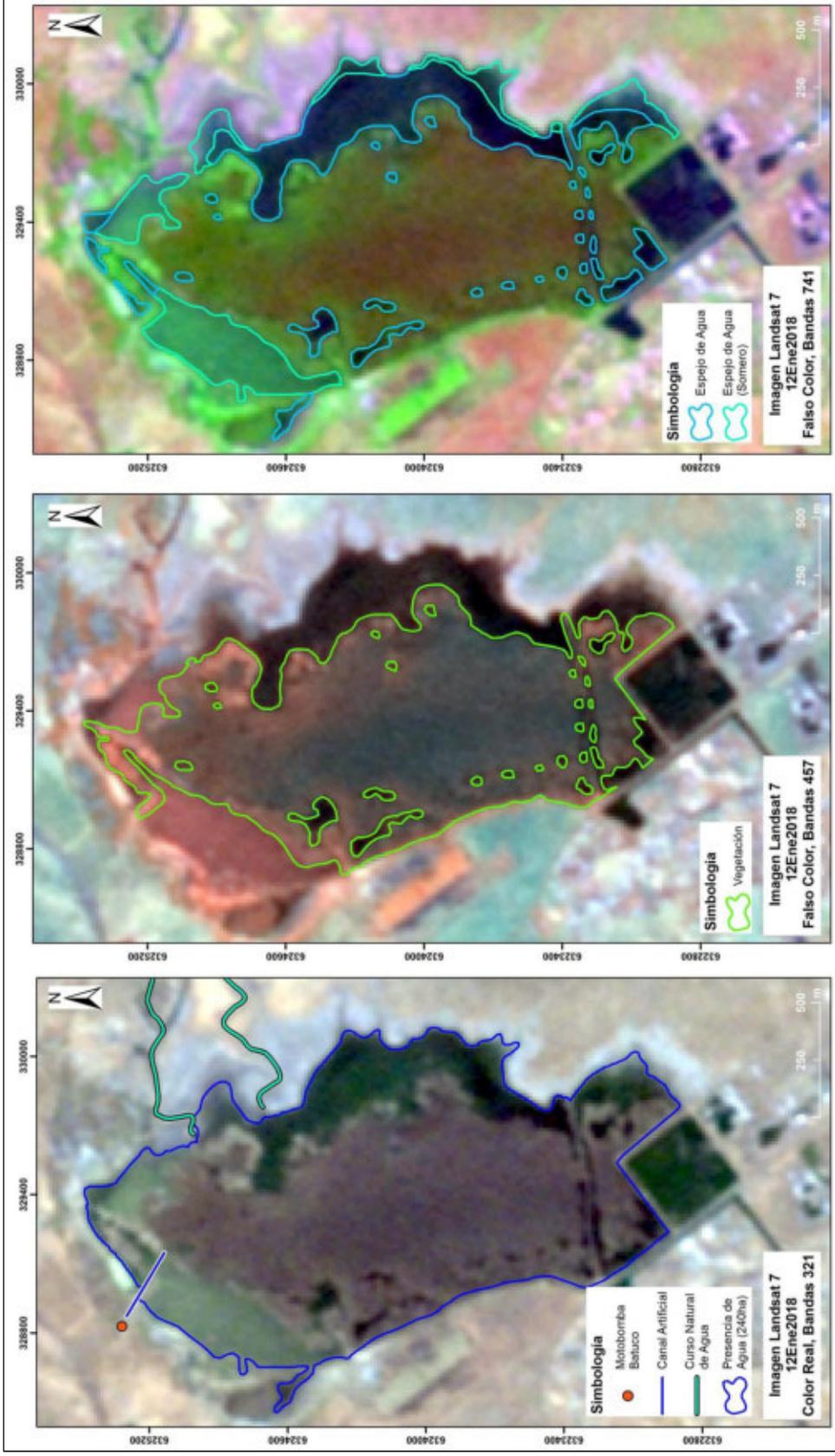


Figura N°A.12: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 12Ene2018 en Landsat 7.

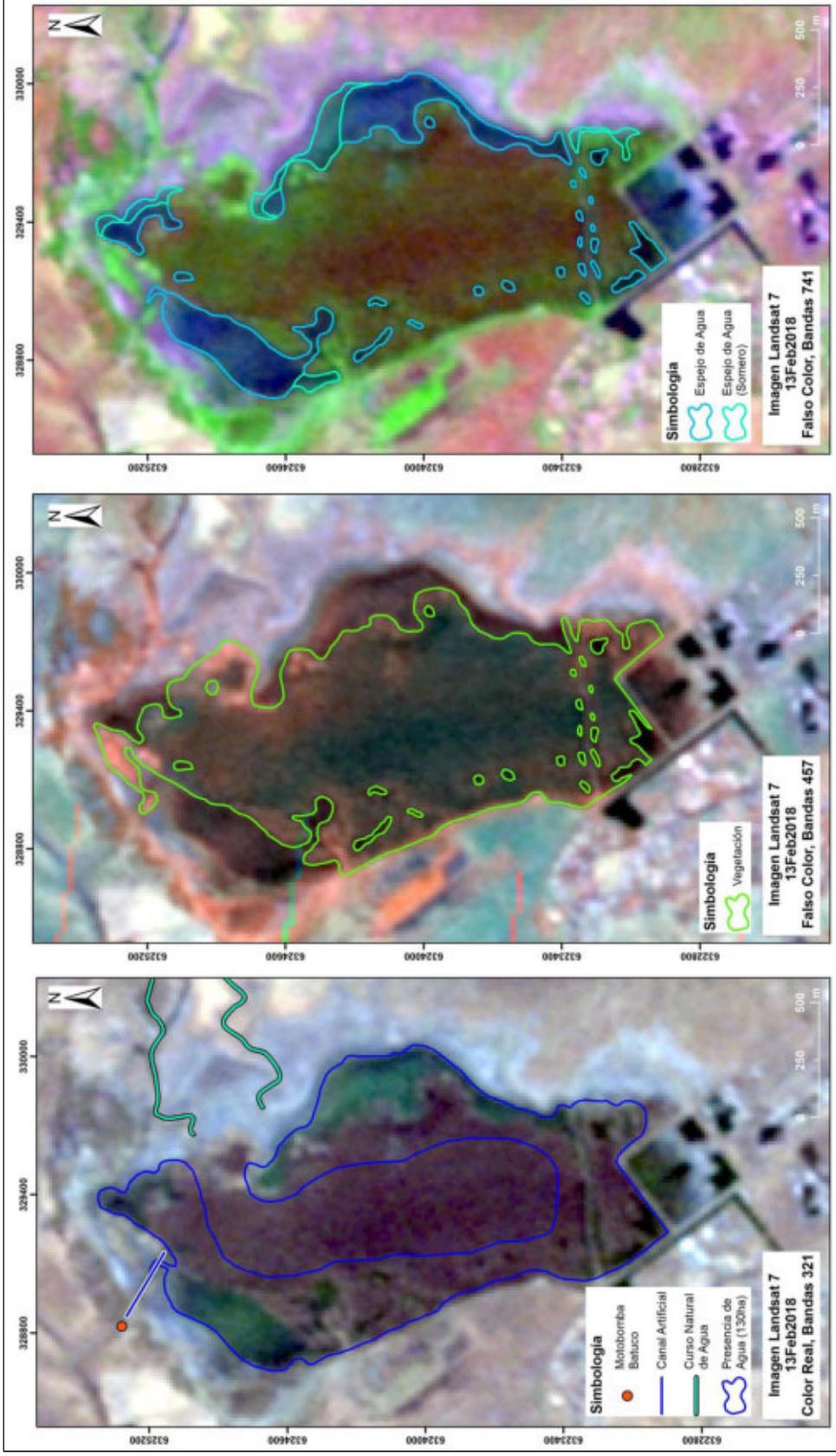


Figura N°A.13: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 13Feb2018 en Landsat 7.

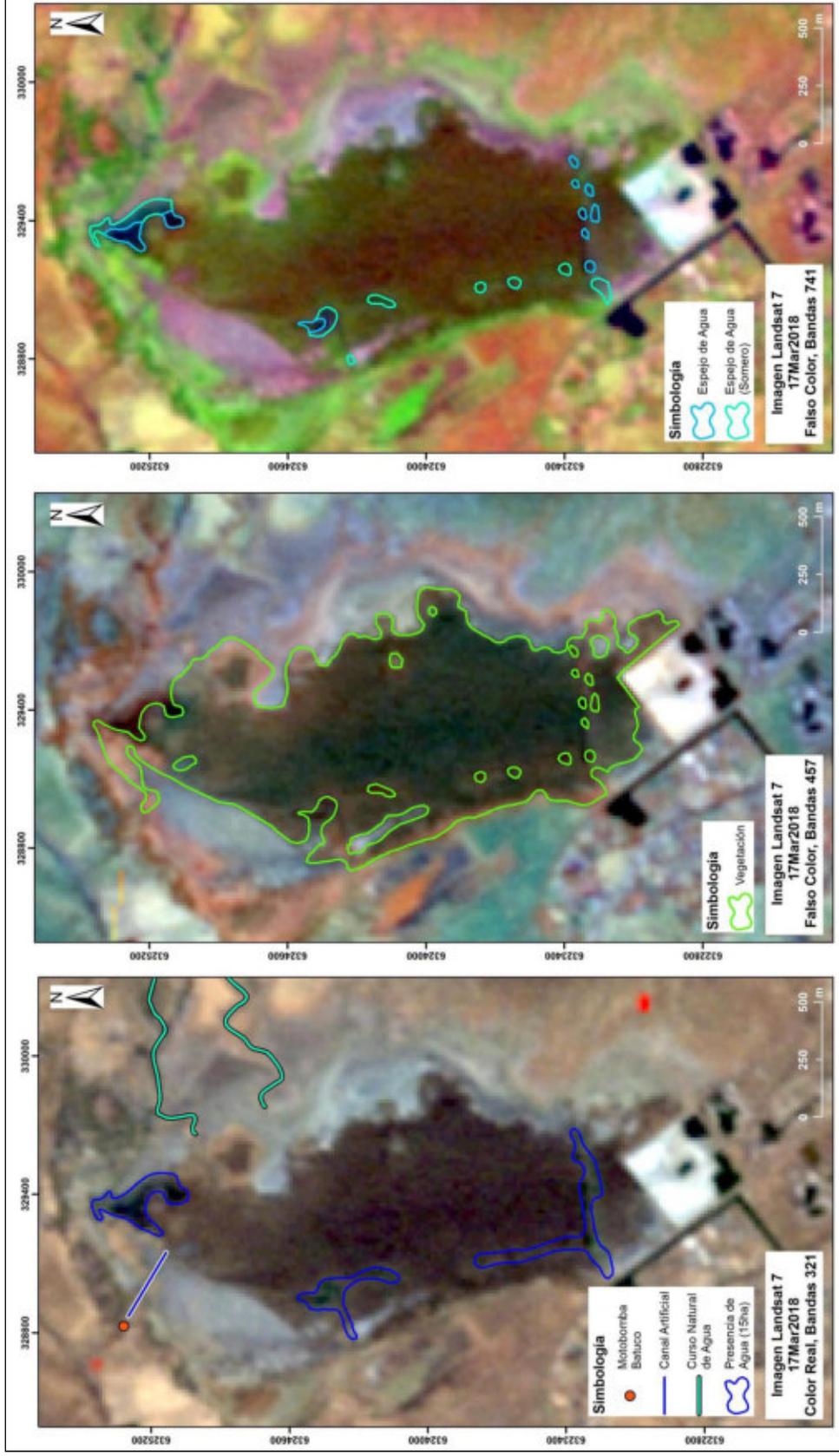


Figura N°A.14: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 17Mar2018 en Landsat 7.

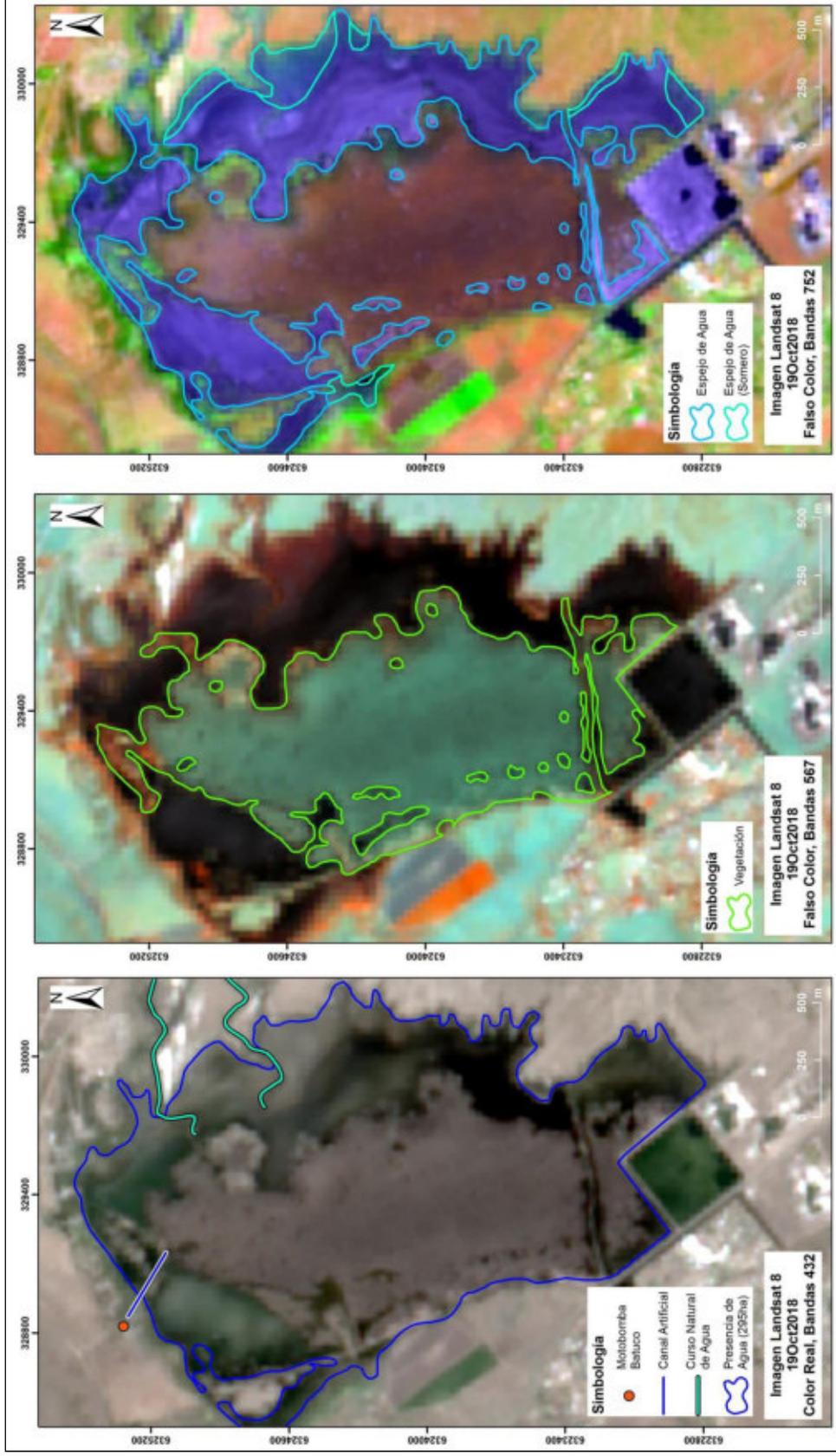


Figura N° A.15: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 19Oct2018 en Landsat 8.

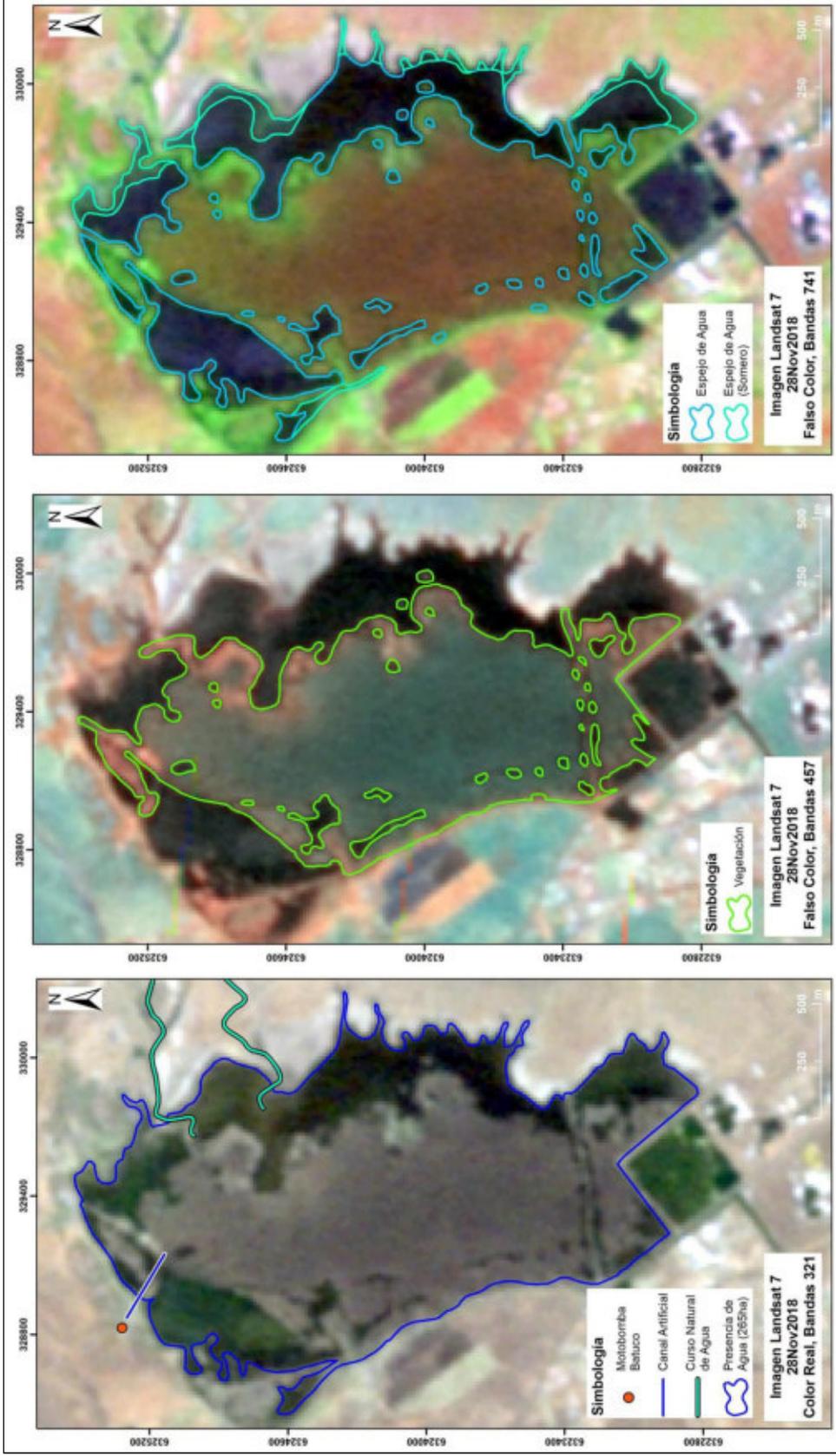


Figura N°A.16: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 28Nov2018 en Landsat 7.

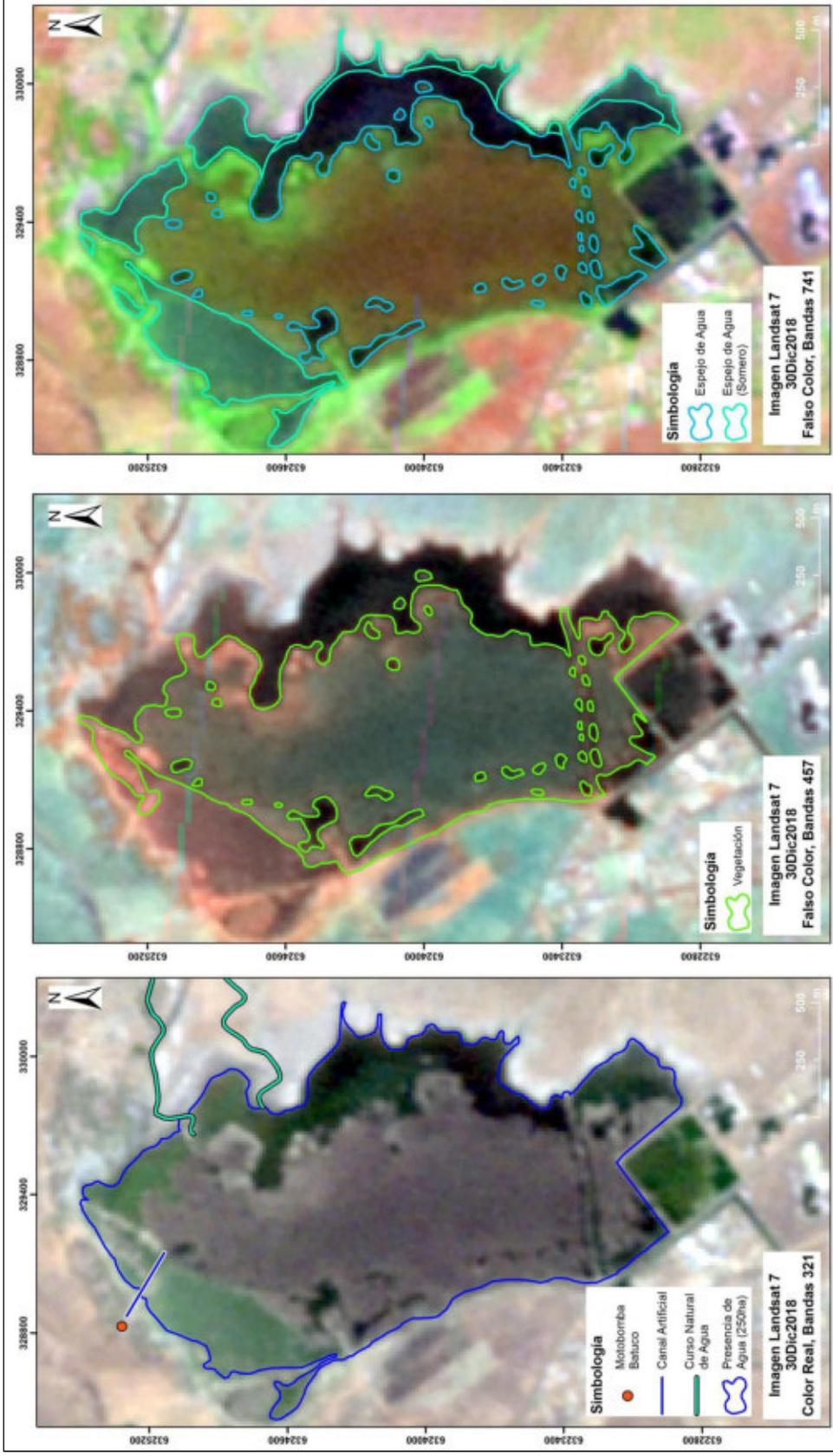


Figura N° A.17: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 30Dic2018 en Landsat 7.

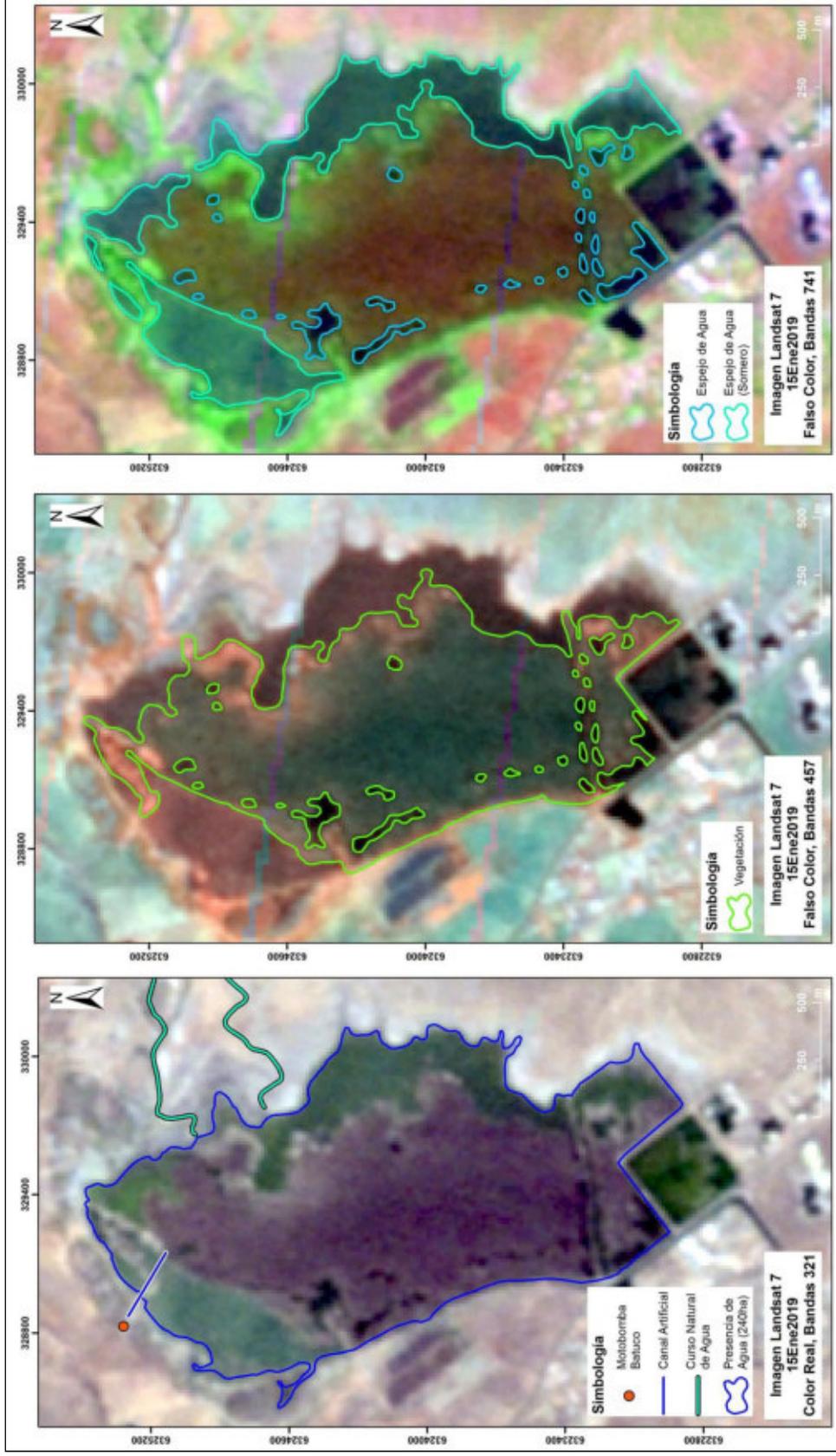


Figura N°A.18: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 15Ene2019 en Landsat 7.

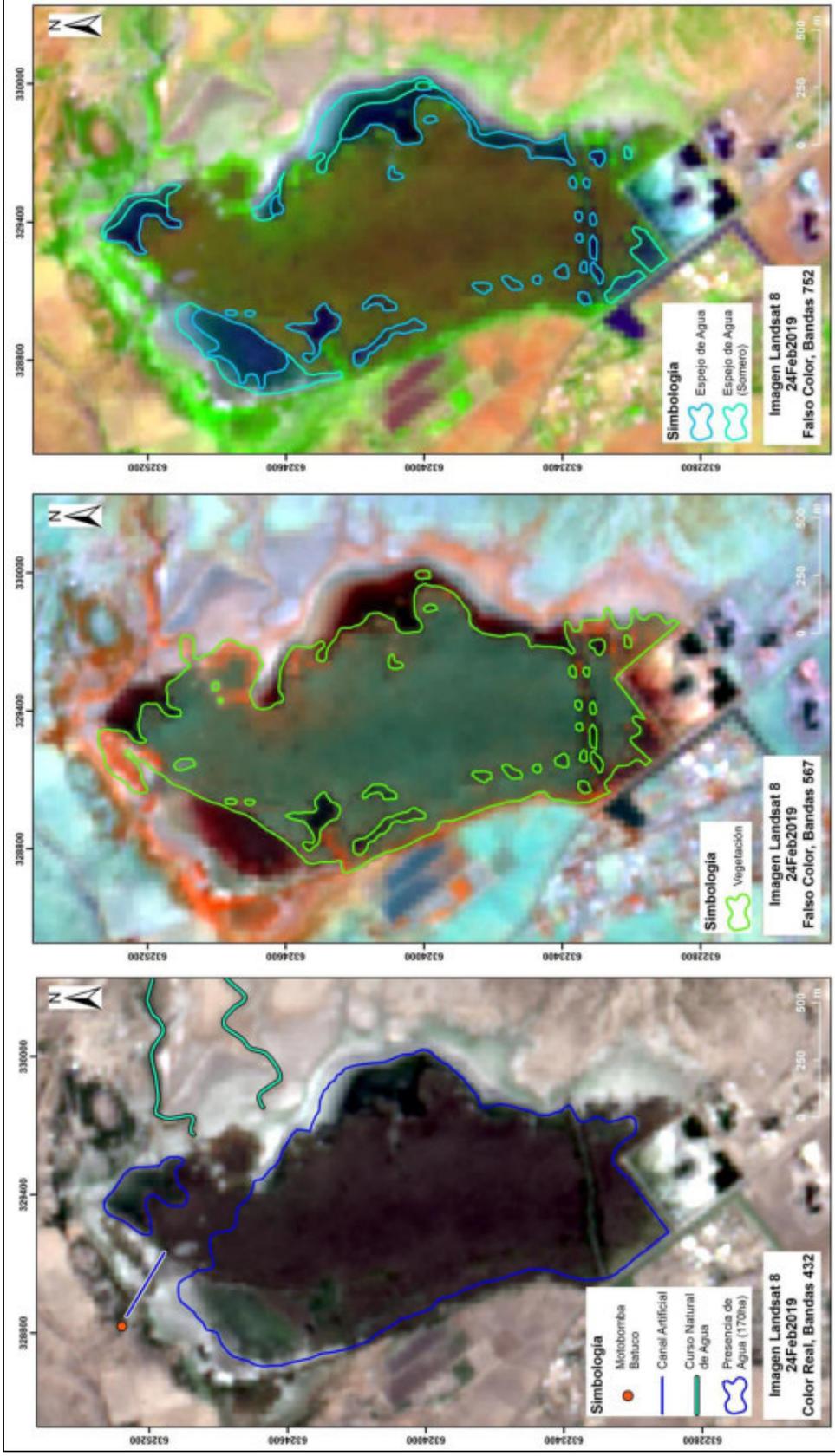


Figura N°A.19: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 24Feb2019 en Landsat 8.

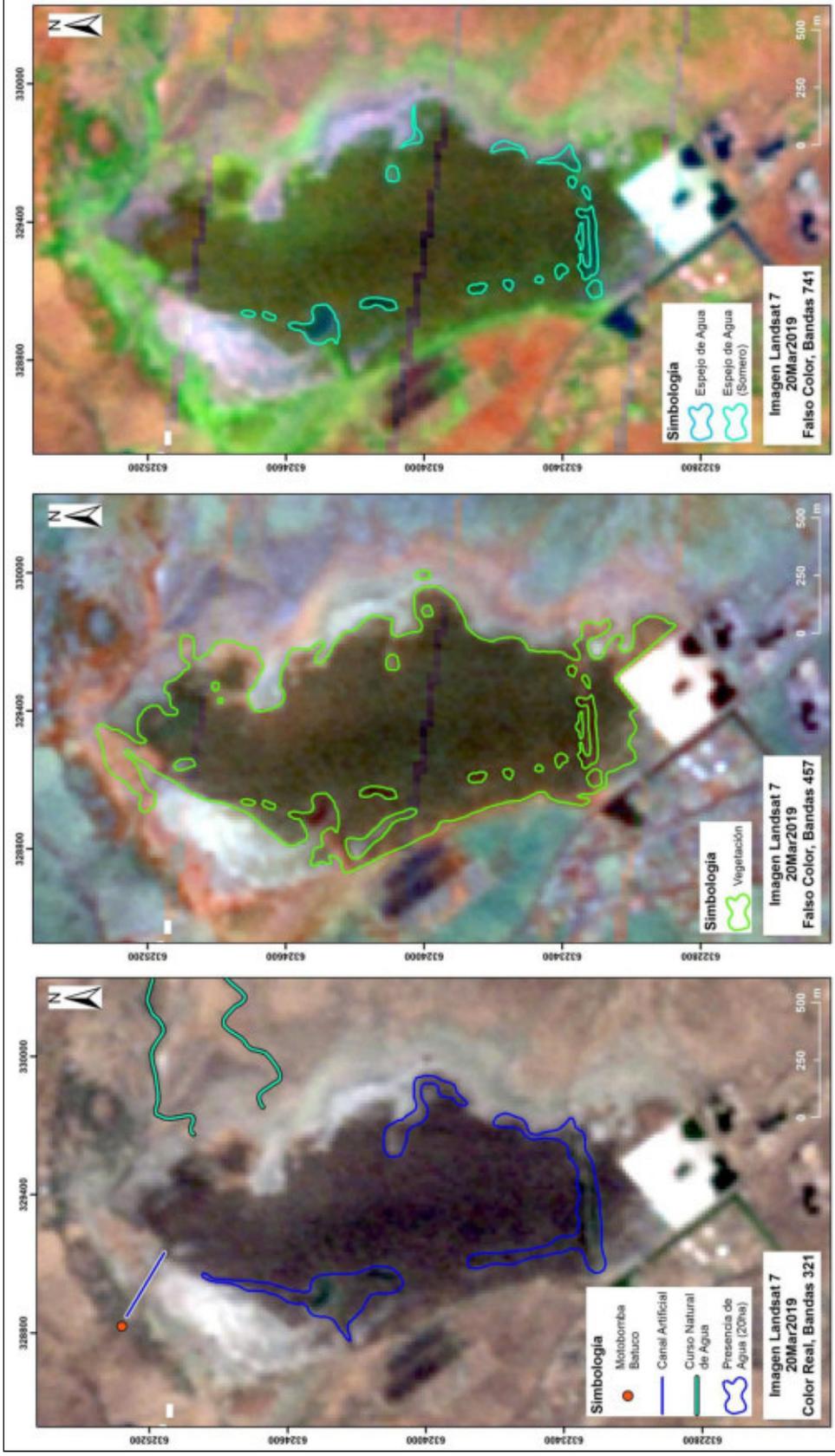


Figura N° A.20: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 20Mar2019 en Landsat 7.

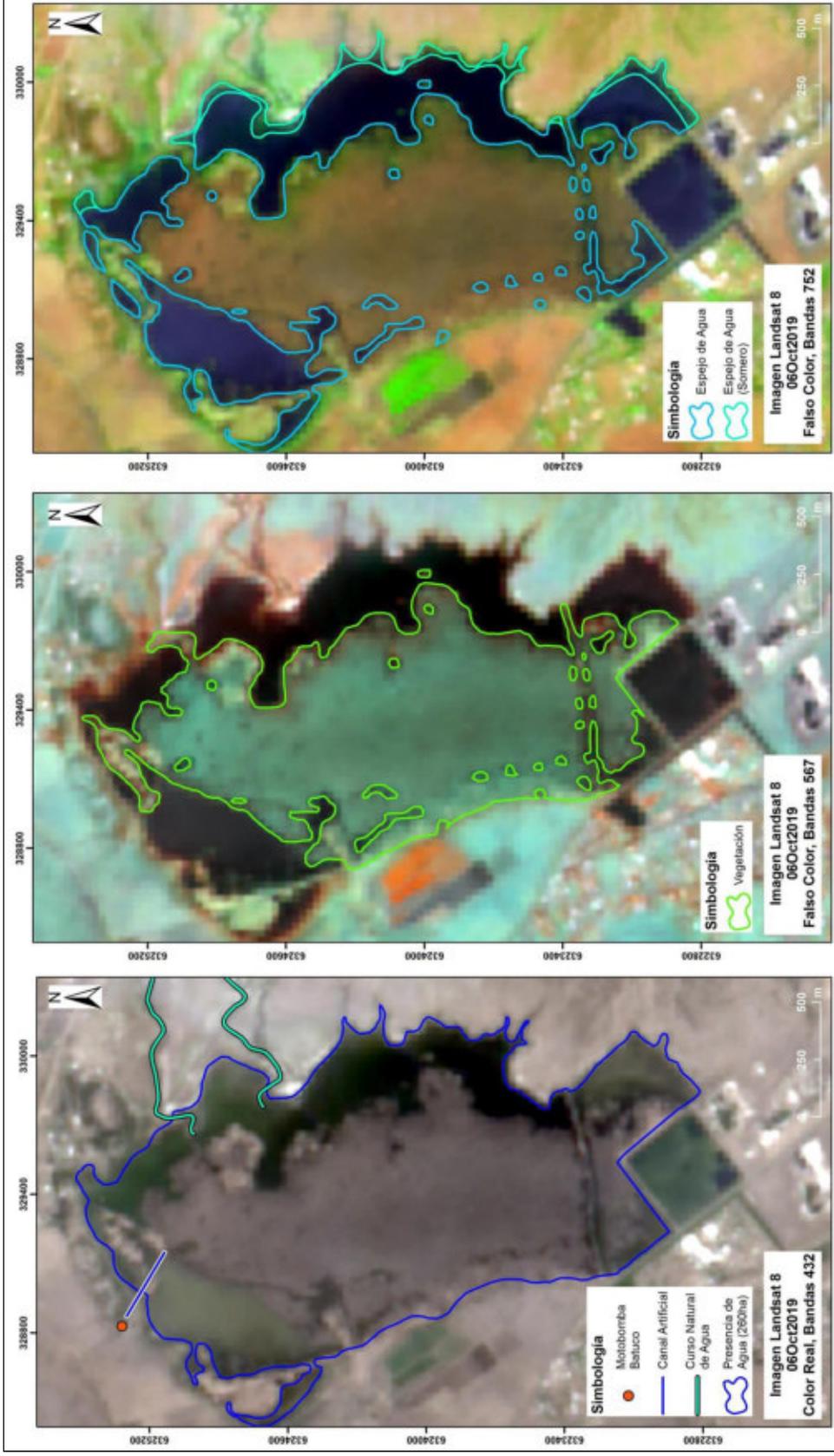


Figura N° A.21: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 06Oct2019 en Landsat 8.

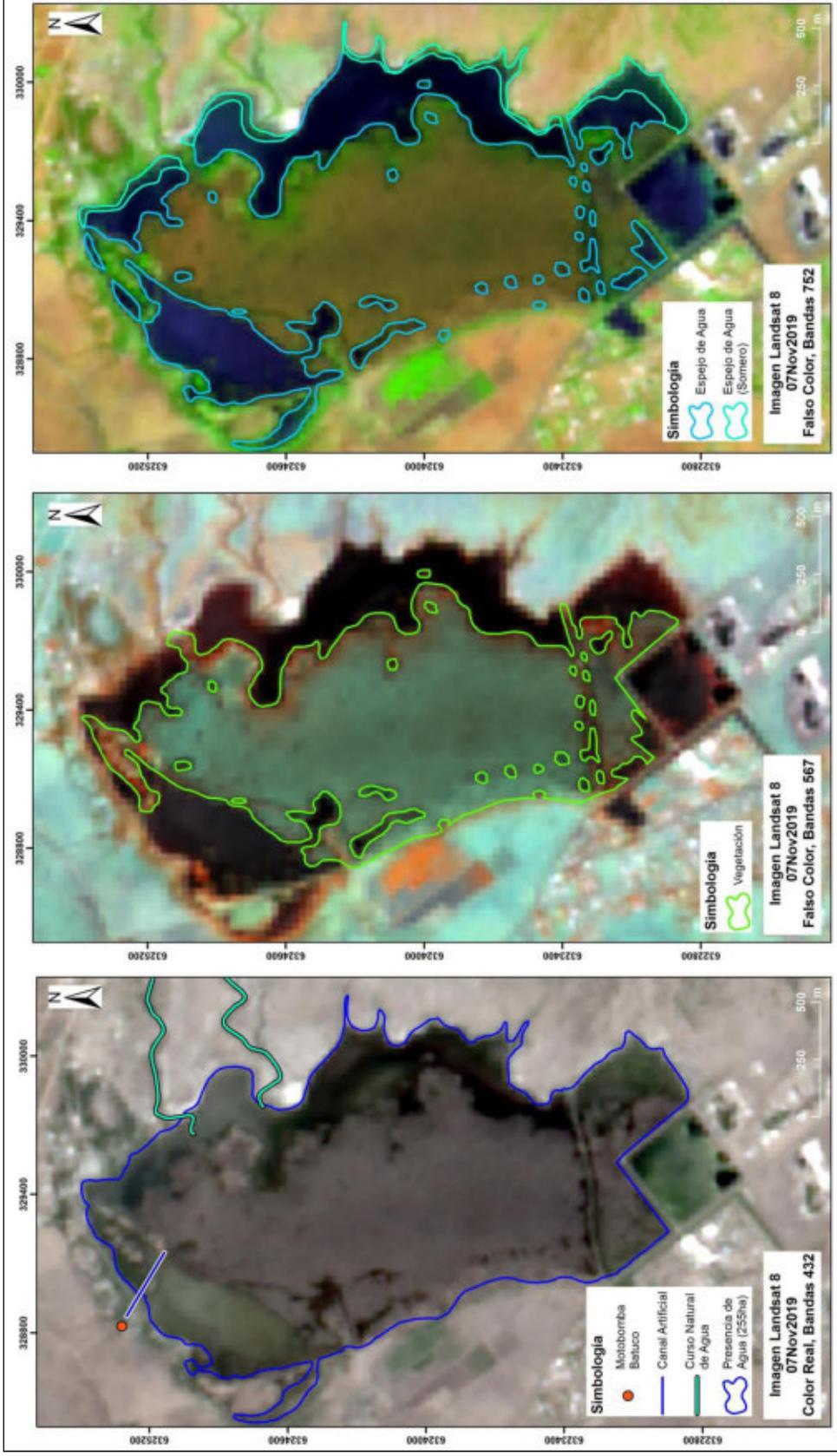


Figura N°A.22: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 07Nov2019 en Landsat 8.

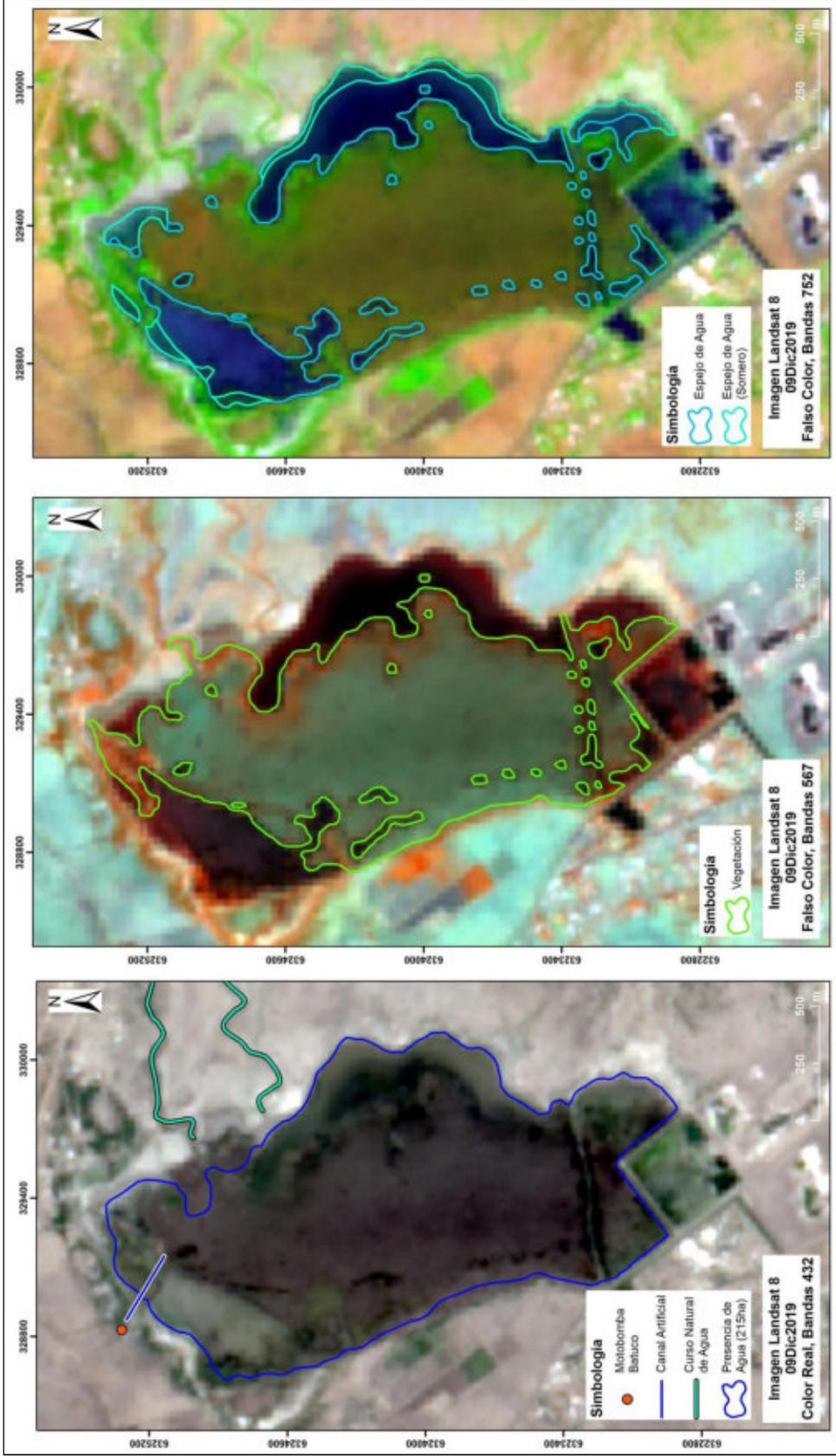


Figura N° A.23: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 09Dic2019 en Landsat 8.

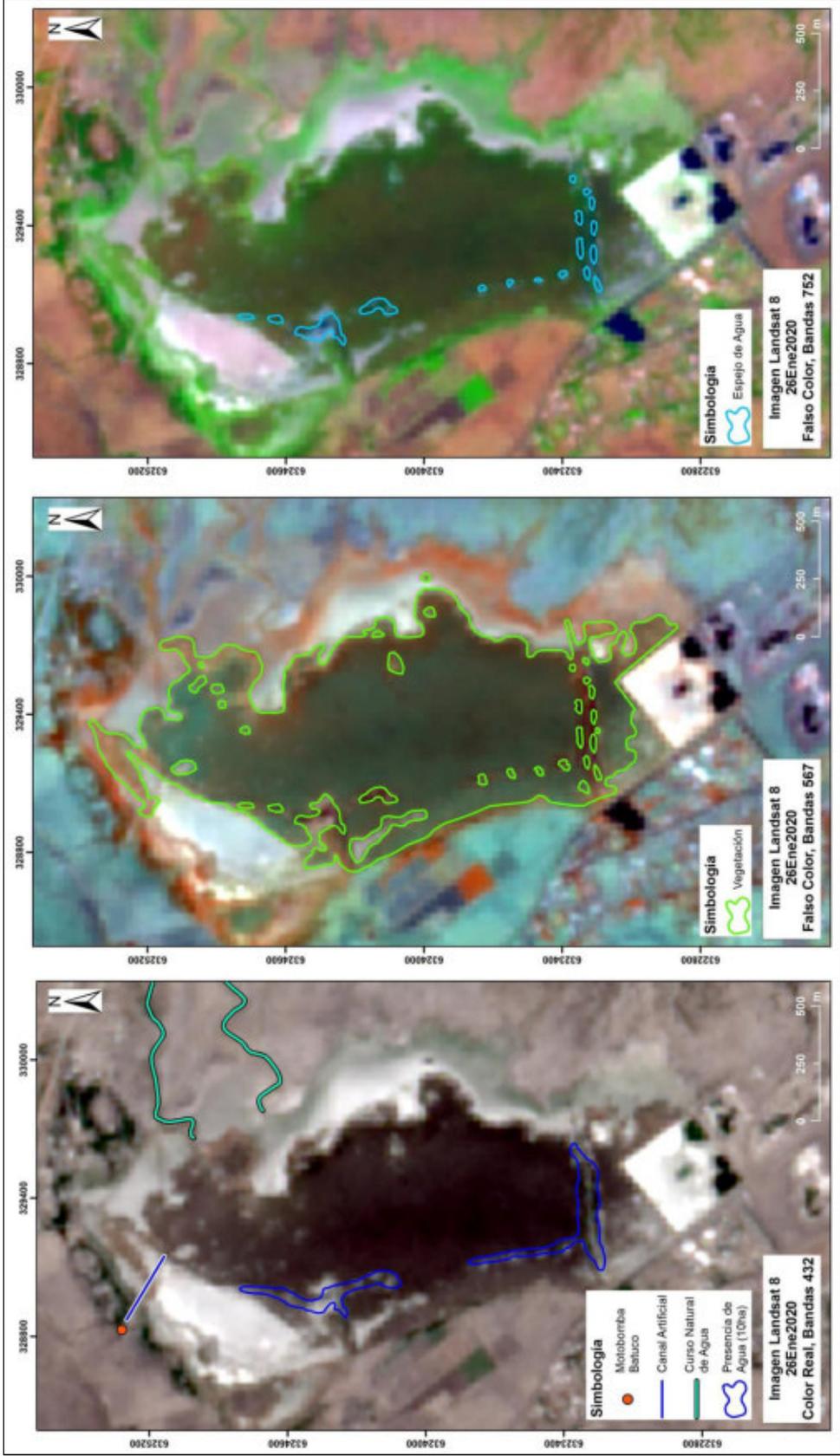


Figura N°A.24: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 26Ene2020 en Landsat 8.

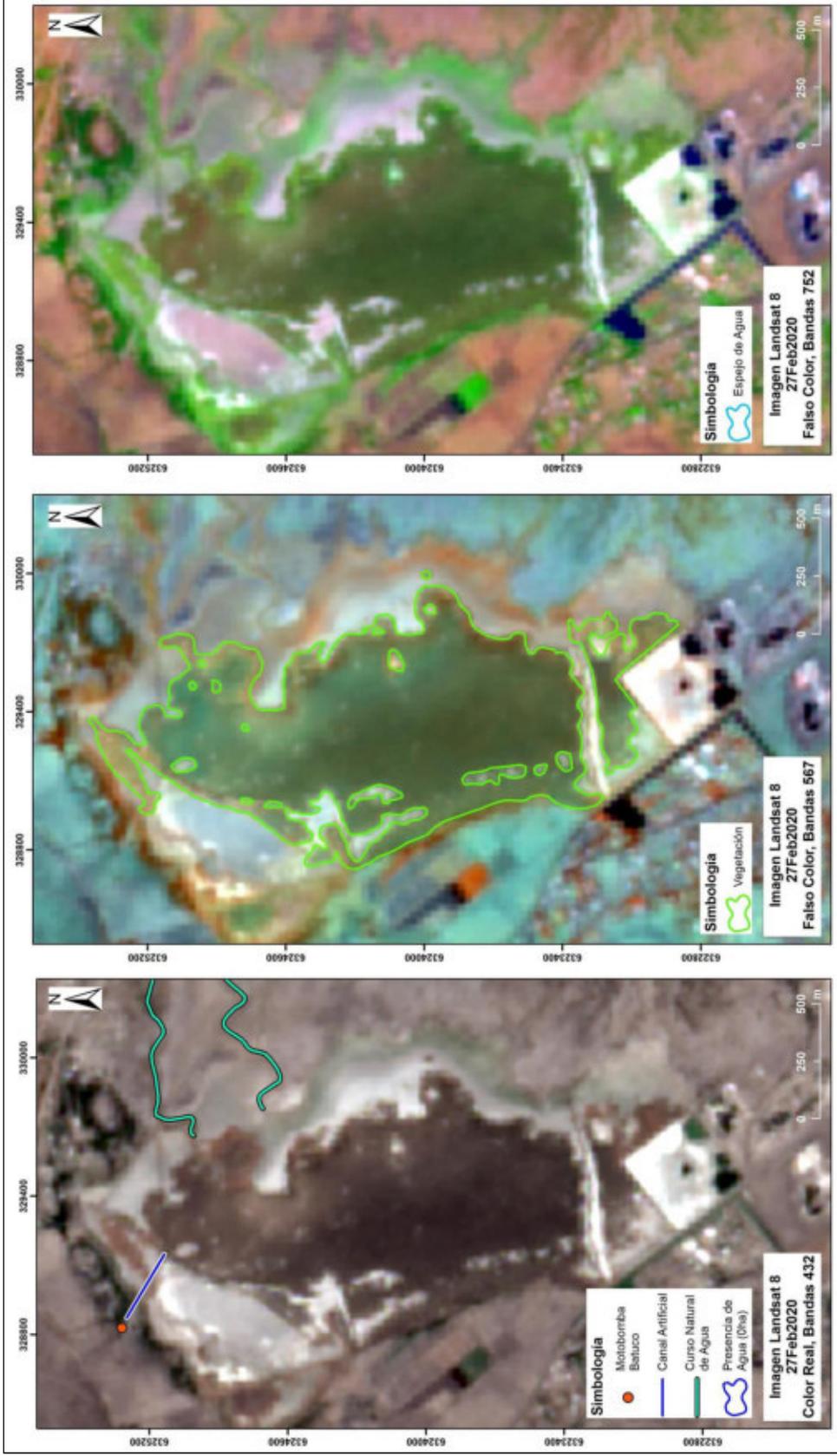


Figura N°A.25: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 27Feb2020 en Landsat 8.

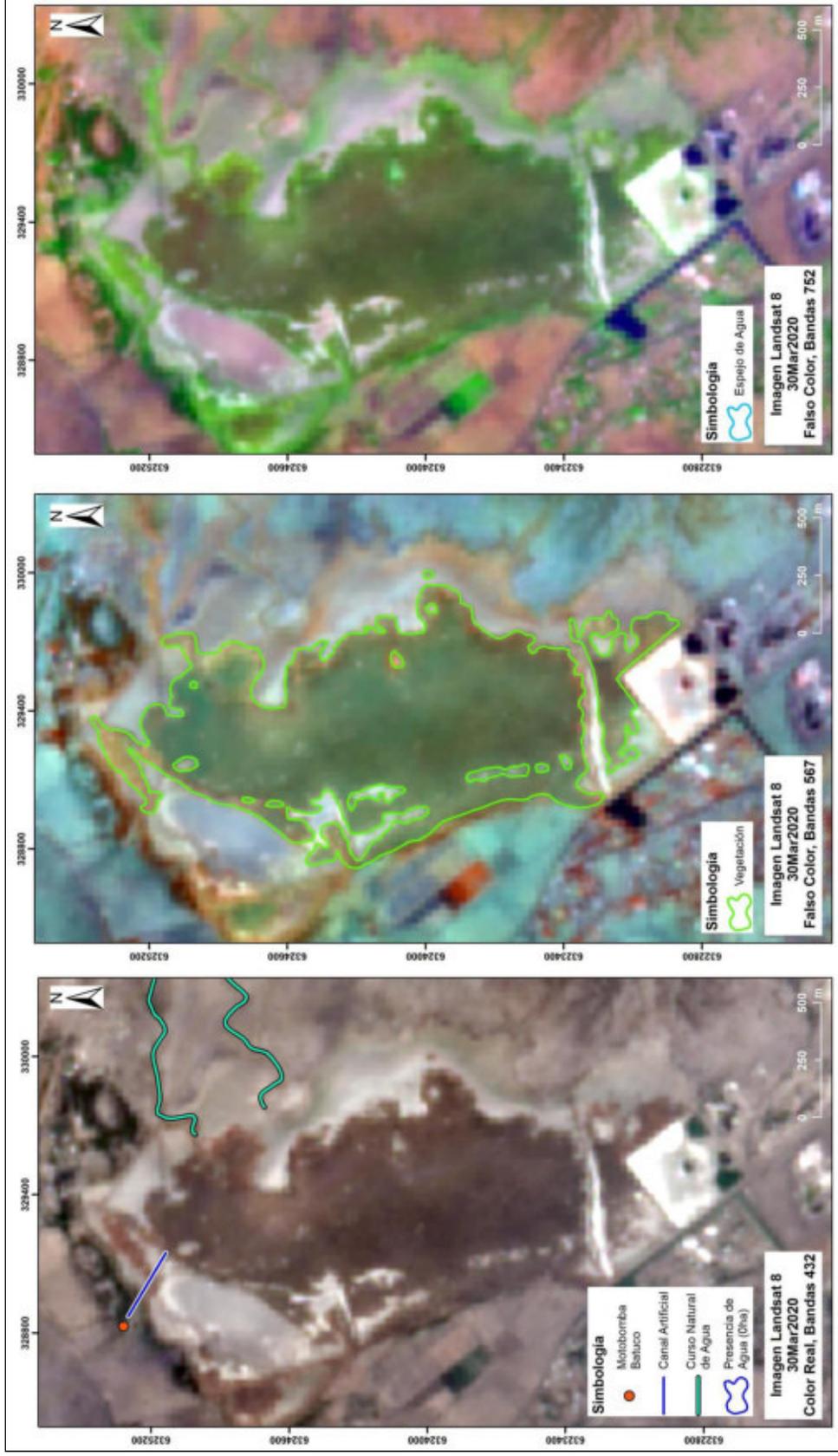


Figura N°A.26: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 30Mar2020 en Landsat 8.

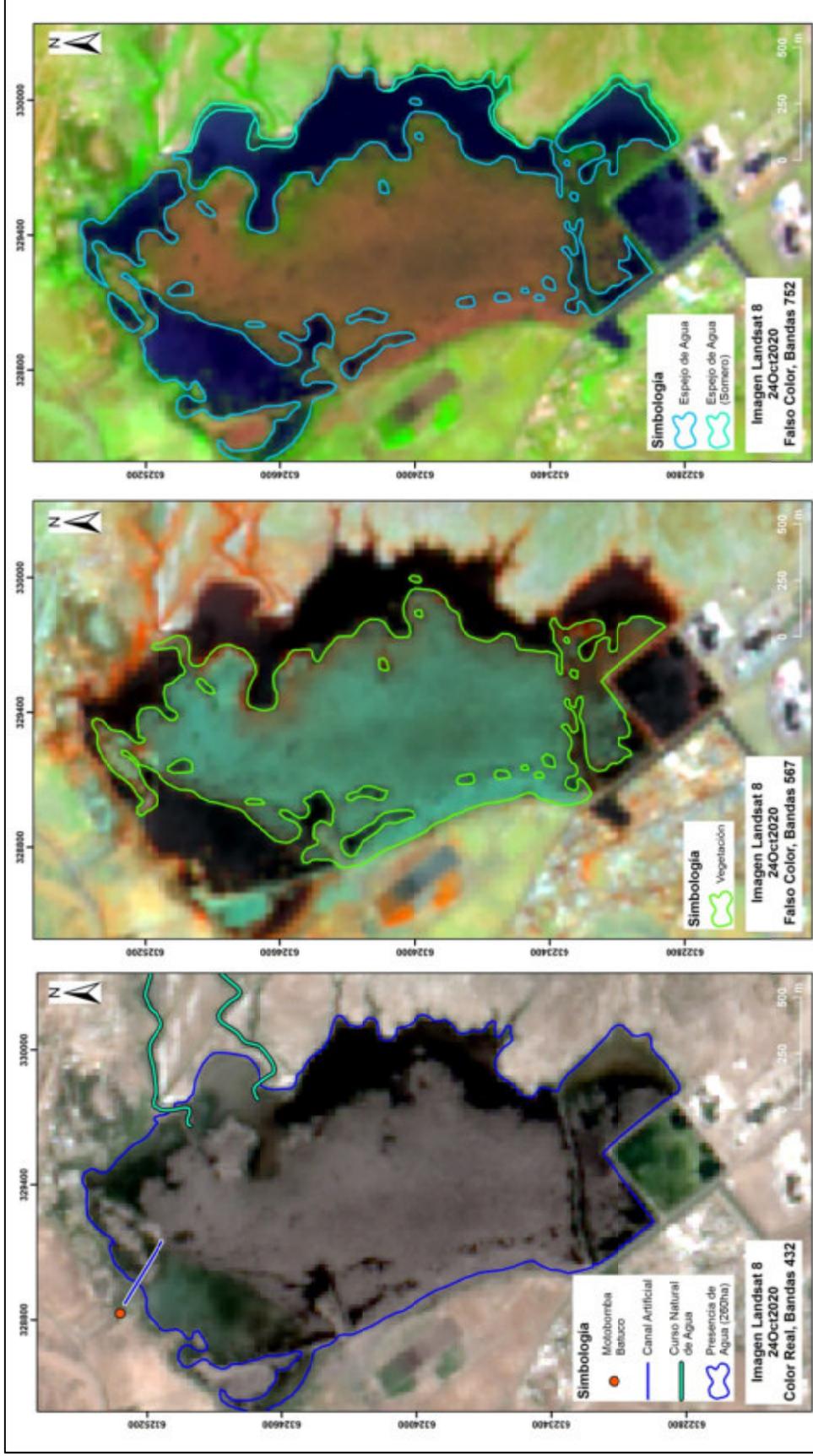


Figura N°A.27: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 24Oct2020 en Landsat 8.

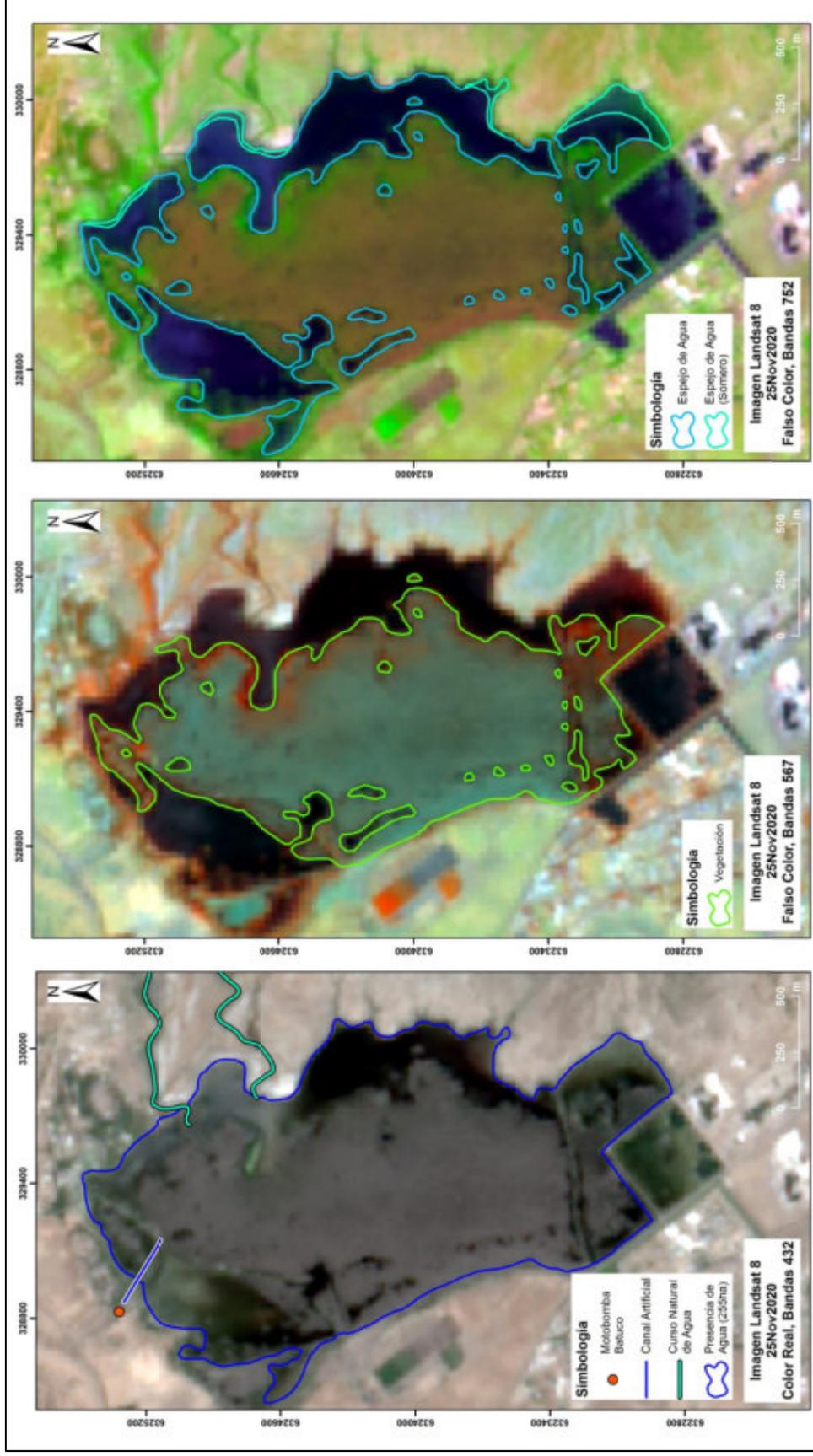


Figura N°A.28: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 25Nov2020 en Landsat 8.

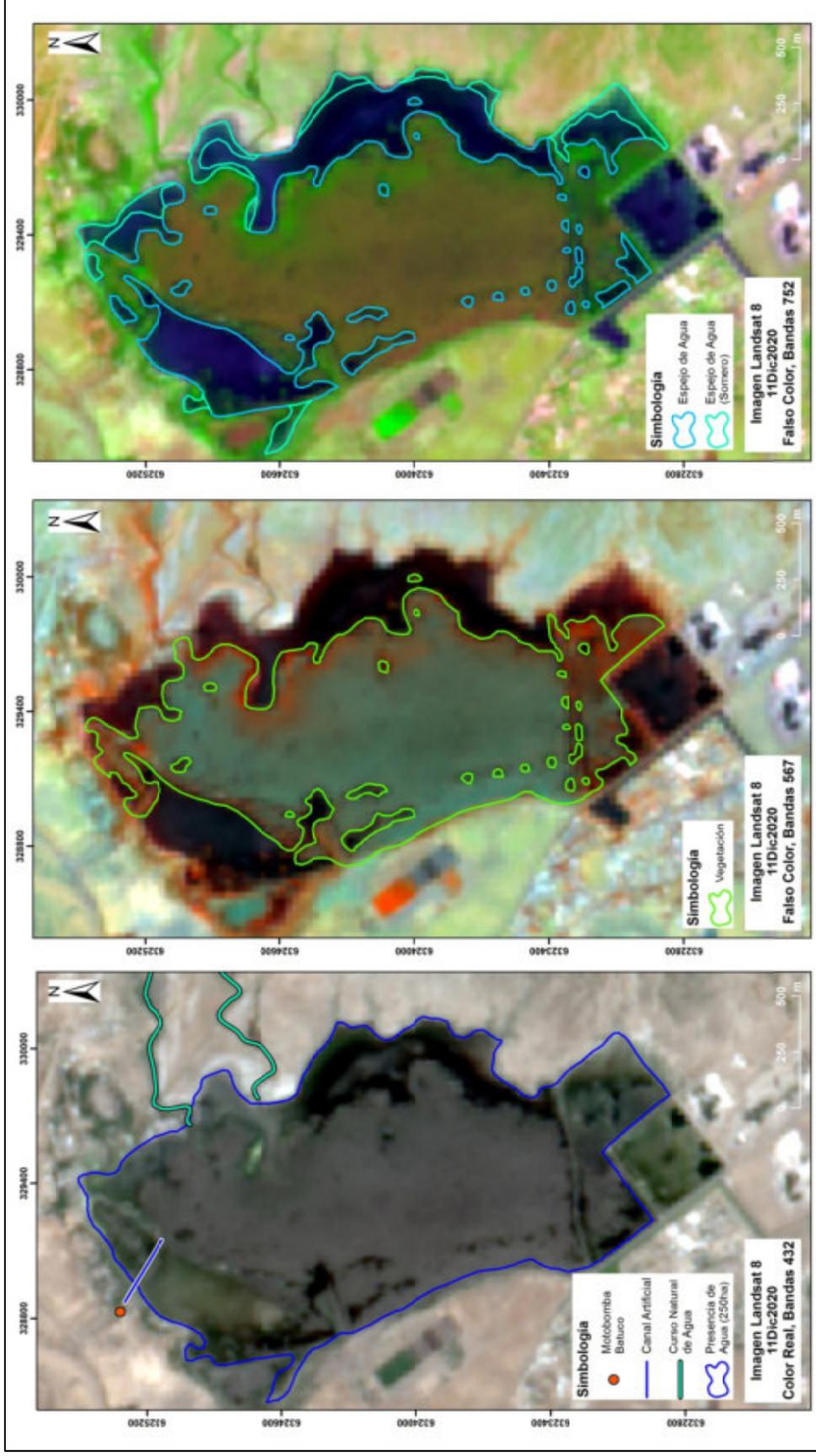


Figura N°A.29: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 11Dic2020 en Landsat 8.

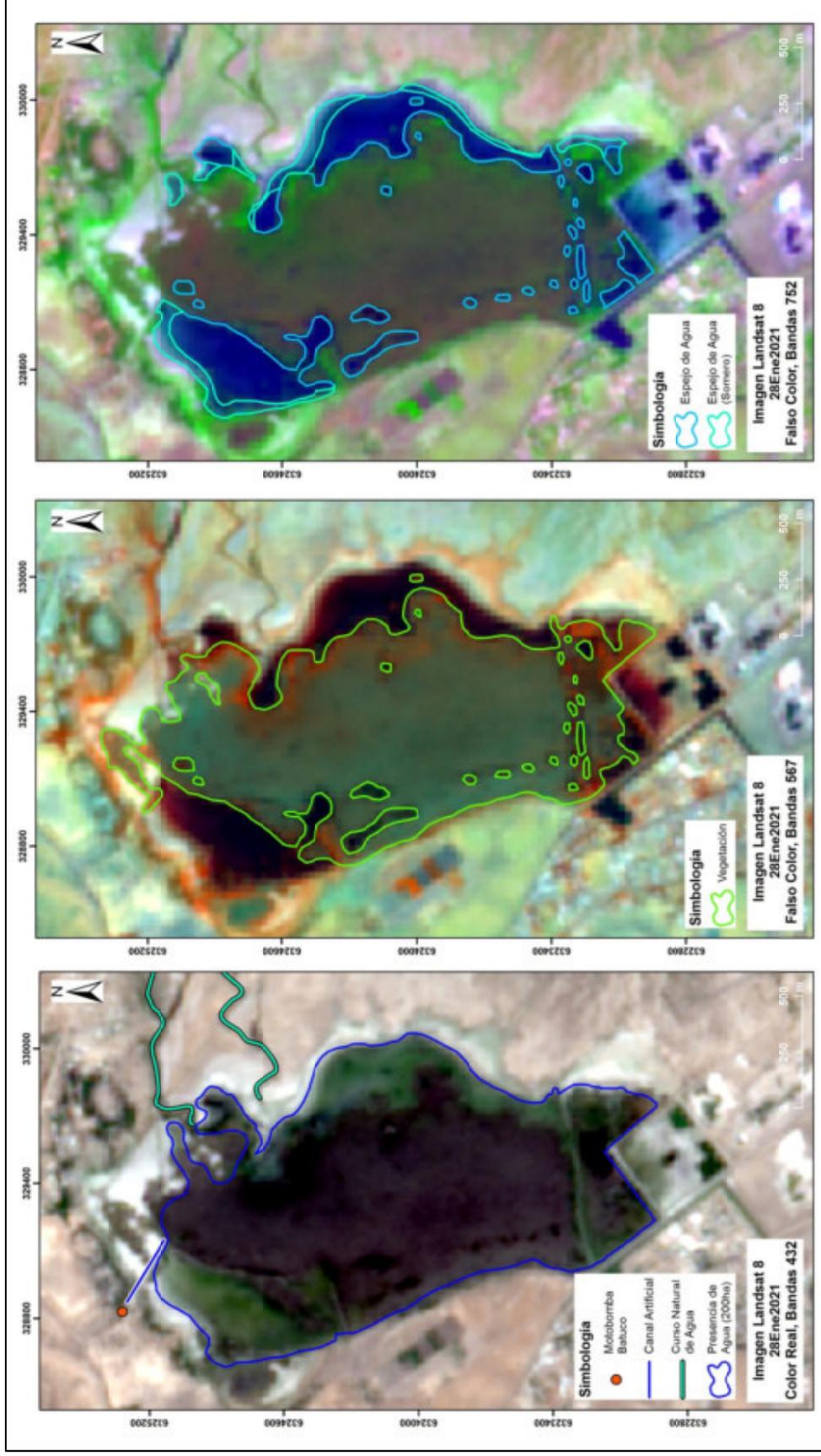


Figura N° A.30: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 28Ene2021 en Landsat 8.

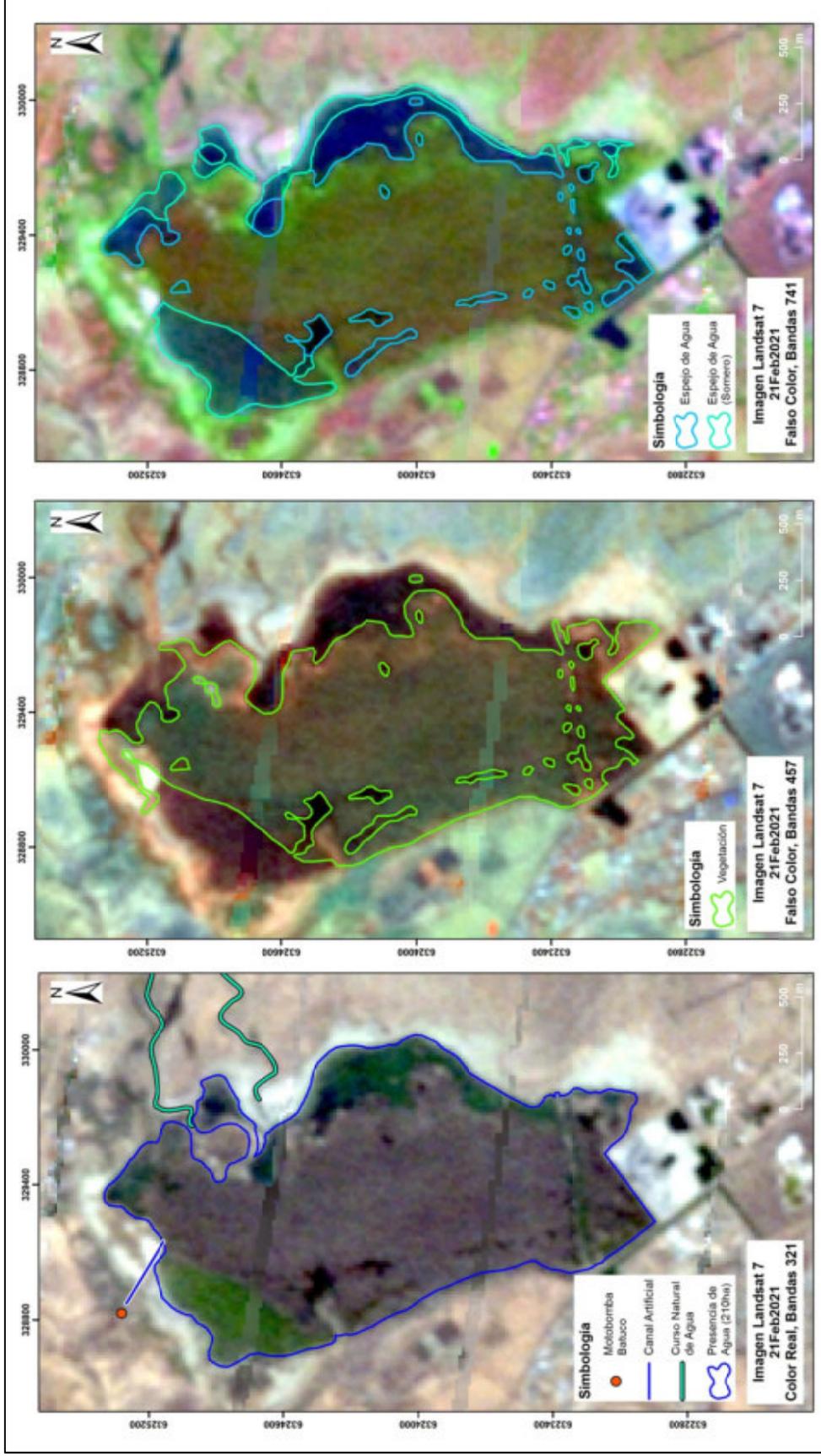


Figura N° A.31: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 21Feb2021 en Landsat 7.

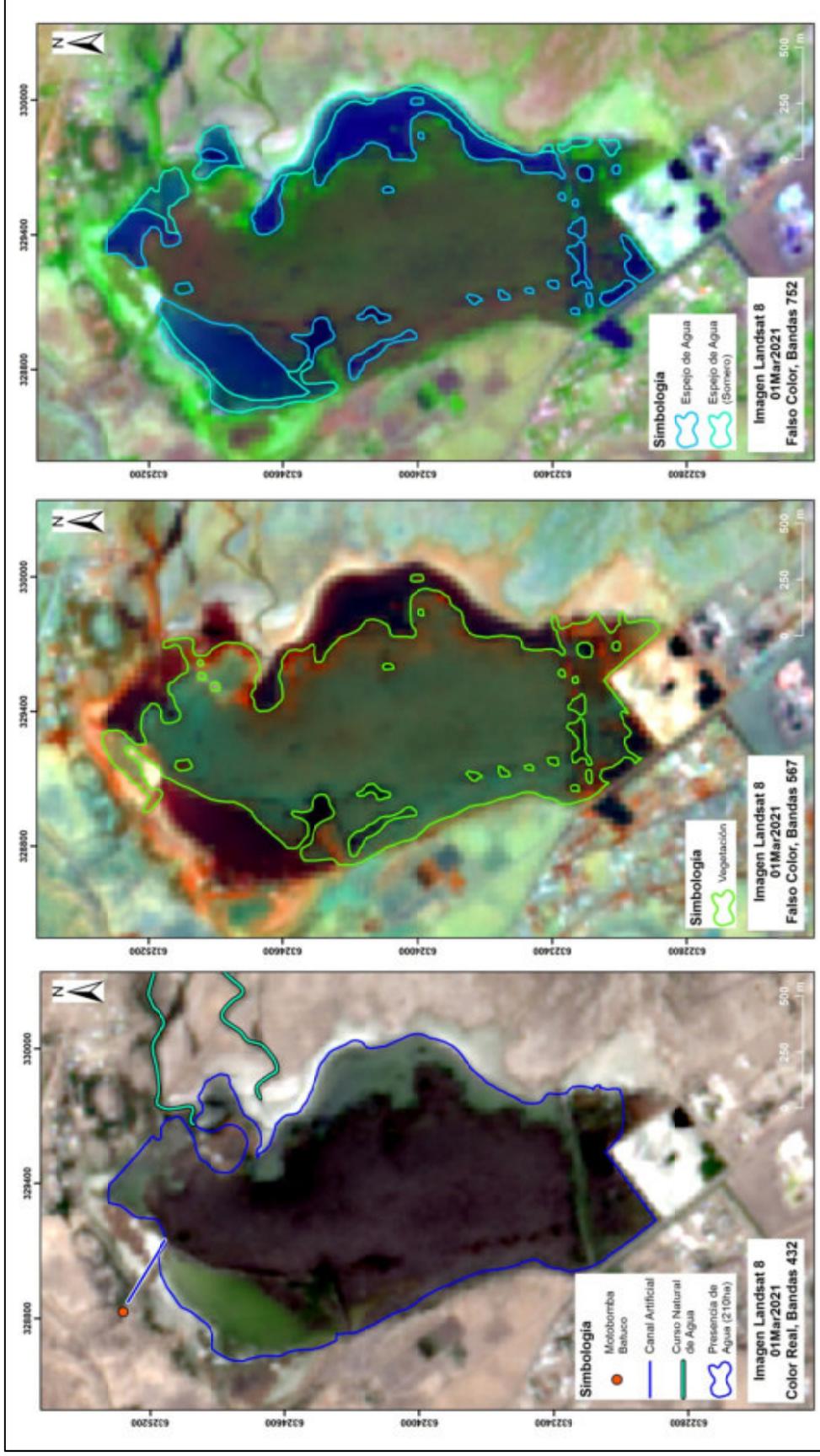


Figura N°A.32: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 01Mar2021 en Landsat 8.

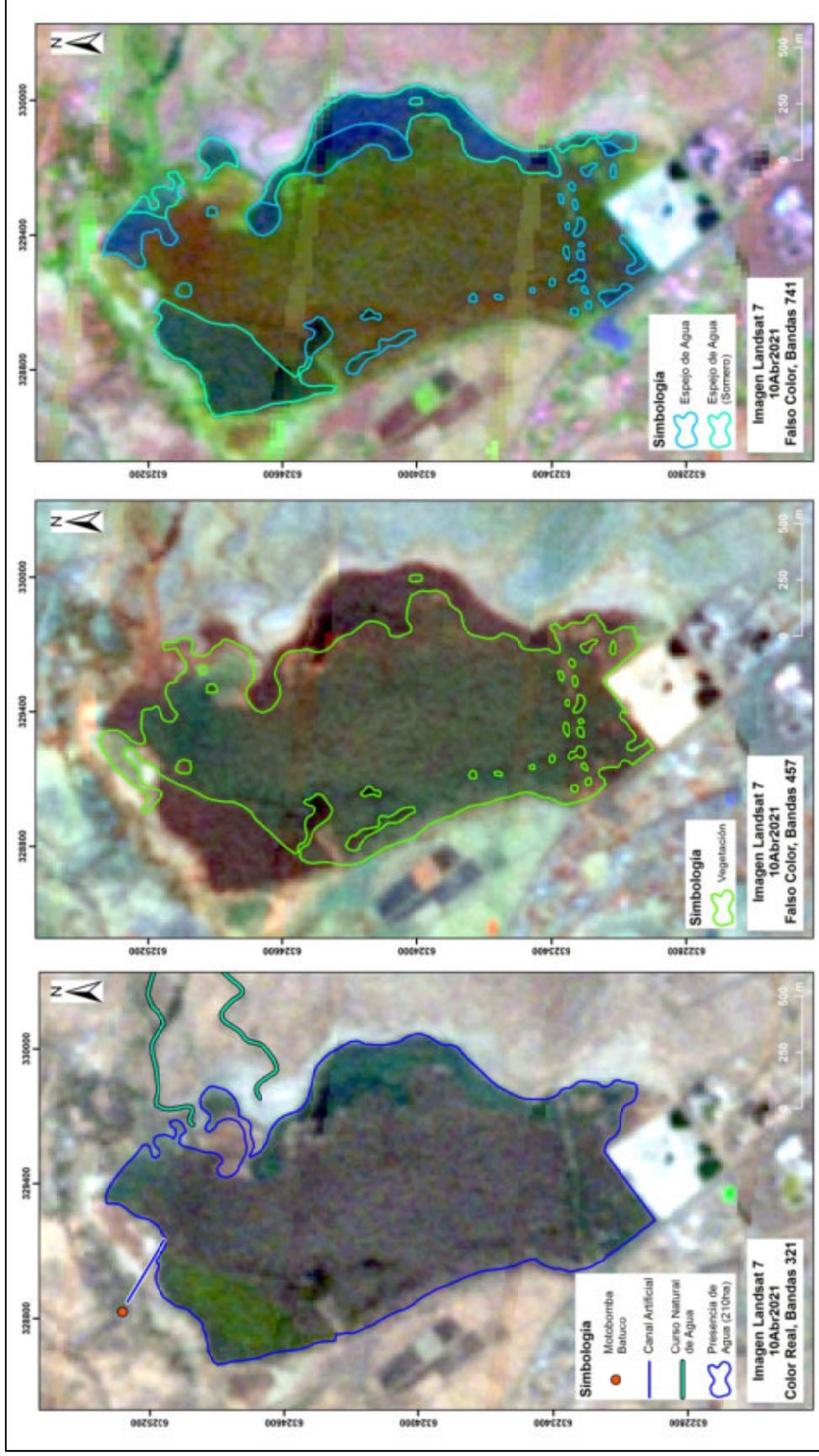


Figura N° A.33: Figura con combinaciones de bandas y delimitaciones de áreas para el 10Abr2021 en Landsat 7.

ANEXO B

Caudales Descarga PTAS La Cadellada

GP-INF-S-686, Rev. Q

Junio 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-año	Fuente
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201701	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	167	ene-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201702	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	169	feb-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201703	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	169	mar-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201704	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	175	abr-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201705	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	176	may-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201706	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	162	jun-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201707	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	179	jul-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201708	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	178	ago-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201709	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	260	sep-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201710	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	258	oct-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201711	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	259	nov-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201712	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	215	dic-17	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201801	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	213	ene-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201802	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	168	feb-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201803	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	195	mar-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201803	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	195	mar-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201804	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	251	abr-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201804	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	251	abr-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201805	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	219	may-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201805	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	219	may-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201806	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	241	jun-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201806	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	241	jun-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201807	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	237	jul-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201807	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	237	jul-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201808	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	248	ago-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201808	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	248	ago-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201809	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	248	sep-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201809	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	248	sep-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201810	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	241	oct-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201810	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	241	oct-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201811	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	254	nov-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201811	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	254	nov-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201812	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	232	dic-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201812	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	232	dic-18	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201901	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	239	ene-19	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201901	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	239	ene-19	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201902	1	PTAS - LA CADELLADA	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	238	feb-19	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201902	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	238	feb-19	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201903	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	219	mar-19	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201904	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	246	abr-19	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201905	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	227	may-19	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201906	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	237	jun-19	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201907	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	Caudal Medio Mensual (l/s)	231	jul-19	SISS
SEMBORP AGUAS CHACABUCO S.A.	LAMPA	REGION METROPOLITANA	201908	10	LAGUNAS AIREADAS	LAGUNAS AIREADAS	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-año 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)	175	feb-20 Sacyr
			202003	10	NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	195	mar-20 Sacyr
			202004	10	NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	211	abr-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	feb-21 Sacyr
			202103	10	NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	220	mar-21 Sacyr
			202104	10	NUEVA PLANTA LA CADELLADA	LODOS ACTIVADOS	Caudal Medio Mensual (l/s)	242	abr-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
		Promedio:	98,2	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-686, Rev. Q

Junio 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

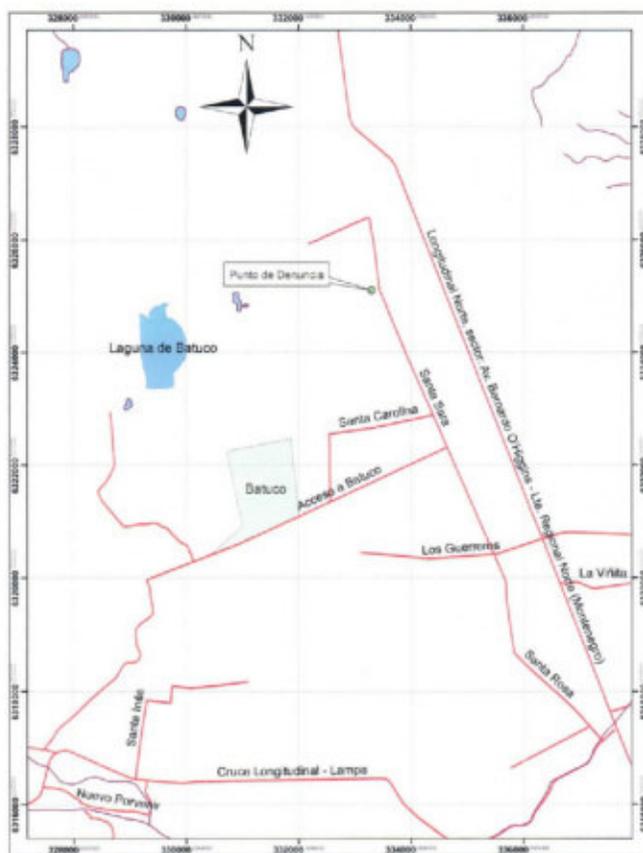
- 3.1 Fecha de visita : Jueves 24 de mayo de 2018.
- 3.2 Ubicación Geográfica : El lugar motivo de la denuncia se encuentra al costado sur del denominado Camino Coquimbo S/N, sector Batuco, comuna de Lampa. (Ver imagen satelital de apoyo 1 y 2, y Plano de Ubicación)
- 3.3 Coordenadas UTM, Datum WGS 84 / Huso 19 : Punto ubicación hechos denunciados y relevantes para fiscalización contenida en expediente FD-1301-53
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.



Piano 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, existe una caseta donde están instaladas electrobombas que permiten habilitar una toma de agua directa desde la laguna para luego impulsarla 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 (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, limite 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 "Reconversión 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 descargos 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. ANÁLISIS 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 impulsirlas 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 "Reconversión 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 Planta 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 "Reconversión 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 la 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 la 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 "Reconversión 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 "Reconversión 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 MATURANA BRAVO.
Jefe de Unidad de Fiscalización
D.G.A. R.M.S.

FD-1301-53

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

1 DE CALI
10 DE OCT
4 08 AM
MÉRITOS
619

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 N°1 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.

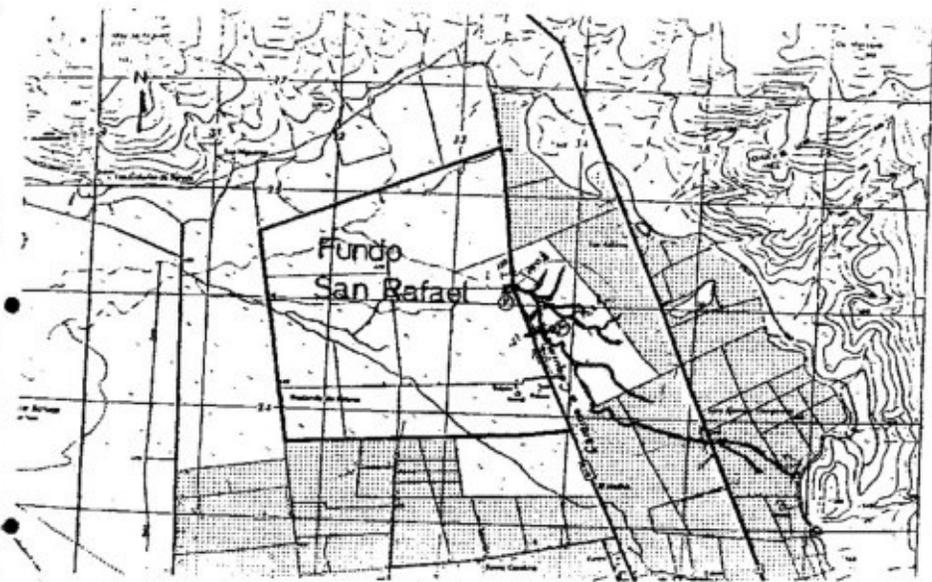
ANOTESE, TOMESE RAZON Y NOTIFIQUESE.

Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento y fines pertinentes.


R. DÁVALOS
Jefe de la División de Inspección y Secretaría General
Dirección General de Aguas


ENRIQUE GARCÍA MERINO
DIRECTOR GENERAL DE AGUAS
SURROGANTE

D-7-404



Tomado de Plancheta Baluco 330730-704500 Escala 1:25000

