



Santiago, 25 de Julio de 2016  
VPAC-2016-038

**Superintendencia de Medio Ambiente**

Dominique Hervé Espejo  
Fiscal  
Teatinos N° 280, piso 8  
Santiago  
PRESENTE

Ref.: Resolución Exenta N° 616, de fecha 07 de Julio de 2016.

De mi consideración,

En relación a lo ordenado en el **Resuelvo Segundo** de la Resolución Exenta de la referencia, nos permitimos informar a Ud. lo siguiente:

1. **A lo requerido en el Punto 1.1** *“Reducir el volumen de agua almacenada en la cubeta del tranque de relaves, de acuerdo a su máxima capacidad técnica instalada, extrayendo el agua sobrenadante con la implementación del sistema de bombeo que para ello se requiera. Para cumplir lo anterior, el titular deberá operar a su máxima capacidad conforme a las condiciones actuales del espejo de agua (volumen y profundidad), esto es, operar el sistema de recuperación de aguas del tranque cumpliendo al menos, con el estándar de 125 l/s como promedio quincenal y mientras se mantengan las referidas condiciones”*

Respecto de lo solicitado por la autoridad, en esta carta se acompaña documento denominado **“Respuesta Resolución Exenta N°616/2016”**, en el cual se entregan los antecedentes requerido por la autoridad entre el 11 y el 24 de Julio del presente año, aportando la siguiente información:

- (i) Registro fotográfico fechado, de la superficie del espejo de agua en la cubeta del tranque de relave. Adicionalmente, en respaldo electrónico, se acompaña copia digital (formato JPEG) de las imágenes que forman parte del reporte;
- (ii) Registro del caudal del agua bombeada desde la cubeta del depósito, considerando los datos en m<sup>3</sup>/día;
- (iii) Medición diaria de porcentaje de sólidos del relave espesado depositado en la cubeta;

Adicionalmente, con periodo quincenal, se entrega en el Anexo 1 del informe de respuesta:

- (iv) Batimetría de la cubeta de agua del depósito de relave, que incluye memoria de cálculo, donde se registra:
  - Superficie del espejo de agua.
  - Volumen del espejo de agua.
  - Superficie de relaves depositados.
  - Volumen de relaves depositados.
  - Profundidad máxima y media del espejo de agua.

2. **A lo requerido en el Punto 2.2** *“Realizar nuevo muestreo de isotopos estables del agua, con la misma metodología y parámetros del análisis mencionado en el informe de monitoreo isotópico marzo 2016, código Arcadis N° 4677-000-GH-INF-00\_B, que fue remitido por el titular con fecha 05 de Mayo de 2016, en carta VPAC-2016-017.*

*Dicho monitoreo deberá tomar muestras a lo menos en los pozos contemplados en el Programa de Monitoreo Hidrogeológico establecido en el Considerando 8.3.2 de la Resolución de Calificación Ambiental N°137/2011 (Inclusive CB-12) y en los pozos y sondajes ubicados en el sector del Depósito de Relaves, identificados con la nomenclatura CN-10, CON-15, CON-16, CON-21, CON-23. KP-DH10-40 en el depósito de relaves y en la piscina de agua de mar. Para el caso del CB-7, CB-8 y CB-9 las muestras deberán ser tomadas en 2 profundidades.*

*Además, el informe deberá precisar: Fecha de toma de muestra; Georreferenciación de puntos de toma de muestra; Fecha de recepción de muestras por el laboratorio; Fecha de análisis de muestras por el laboratorio; y, Fecha de emisión de informe de resultado de laboratorio, según corresponda.*

*El muestro debe realizarlo con un plazo de 15 días corridos, contados desde la notificación de la presente resolución, y dentro de igual plazo se deberá informar la fecha estimada para la presentación de dichos resultados..”*

En relación a este requerimiento, como parte de los antecedentes entregados, se acompaña en esta carta Informe de Terreno Arcadis N°4677-0000-GH-RVT-002, el cual confirma la toma de muestras para el informe de isótopos dentro del plazo de 15 días corridos desde la notificación de la Resolución de la referencia.

Asimismo, en el documento de terreno se presenta el programa de trabajo asociado al informe, que establece como fecha de entrega el 16 de Septiembre de 2016.

En caso de existir retrasos por parte de laboratorio externo encargado del análisis de las muestras, se informará a la autoridad de esta situación, indicando la fecha más probable de presentación del informe de Isótopos solicitado.

3. Copia de toda la información aquí presentada se entrega en formato físico y digital en CD-ROM que acompaña esta carta.

Sin otro particular y esperando una buena acogida de lo planteado, saluda atentamente a usted,



Miguel Baeza  
General Counsel  
Sierra Gorda SCM

Cc:

- Gerencia Medio Ambiente Operaciones, SG SCM.
- Gerencia de Asuntos Corporativos y Sostenibilidad, SG SCM.



Respuesta

**Resolución Exenta N°616/2016**

Ordena Medida Provisional Que  
Indica

**Entrega N°1**

25 de Julio 2016

**RESUELVO SEGUNDO:**

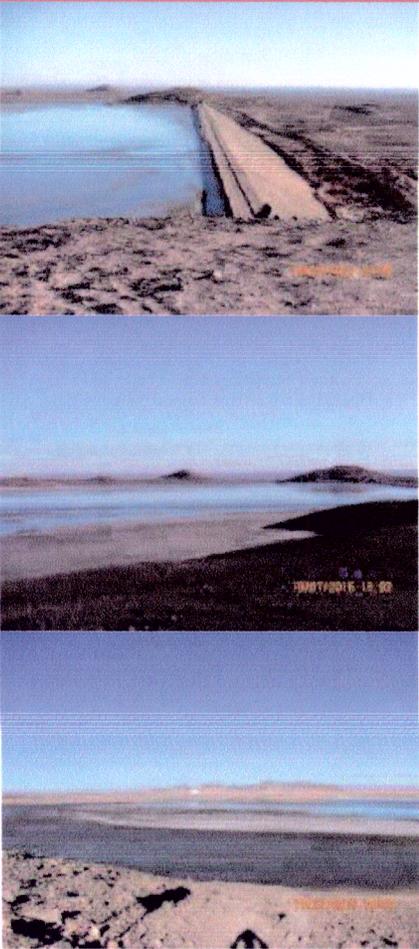
**NUMERAL 1:**

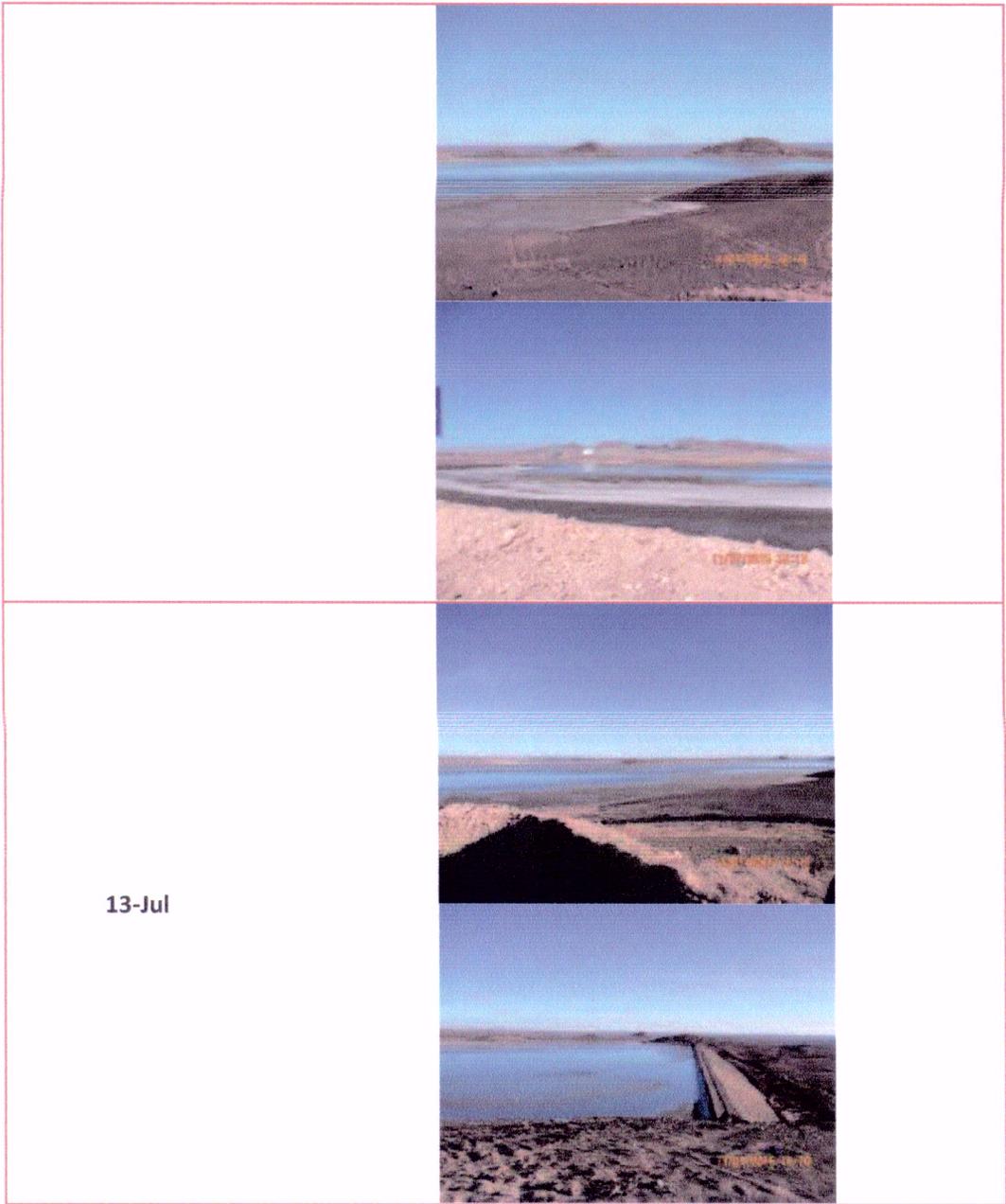
1.1 Reducir el volumen de agua almacenada en la cubeta del tranque de relaves, de acuerdo a su máxima capacidad técnica instalada, extrayendo el agua sobrenadante con la implementación del sistema de bombeo que para ello se requiera. Para cumplir lo anterior, el titular deberá operar a su máxima capacidad conforme a las condiciones actuales del espejo de agua (volumen y profundidad), esto es, operar el sistema de recuperación de aguas del tranque cumpliendo al menos, con el estándar de 125 l/s como promedio quincenal y mientras se mantengan las referidas condiciones.

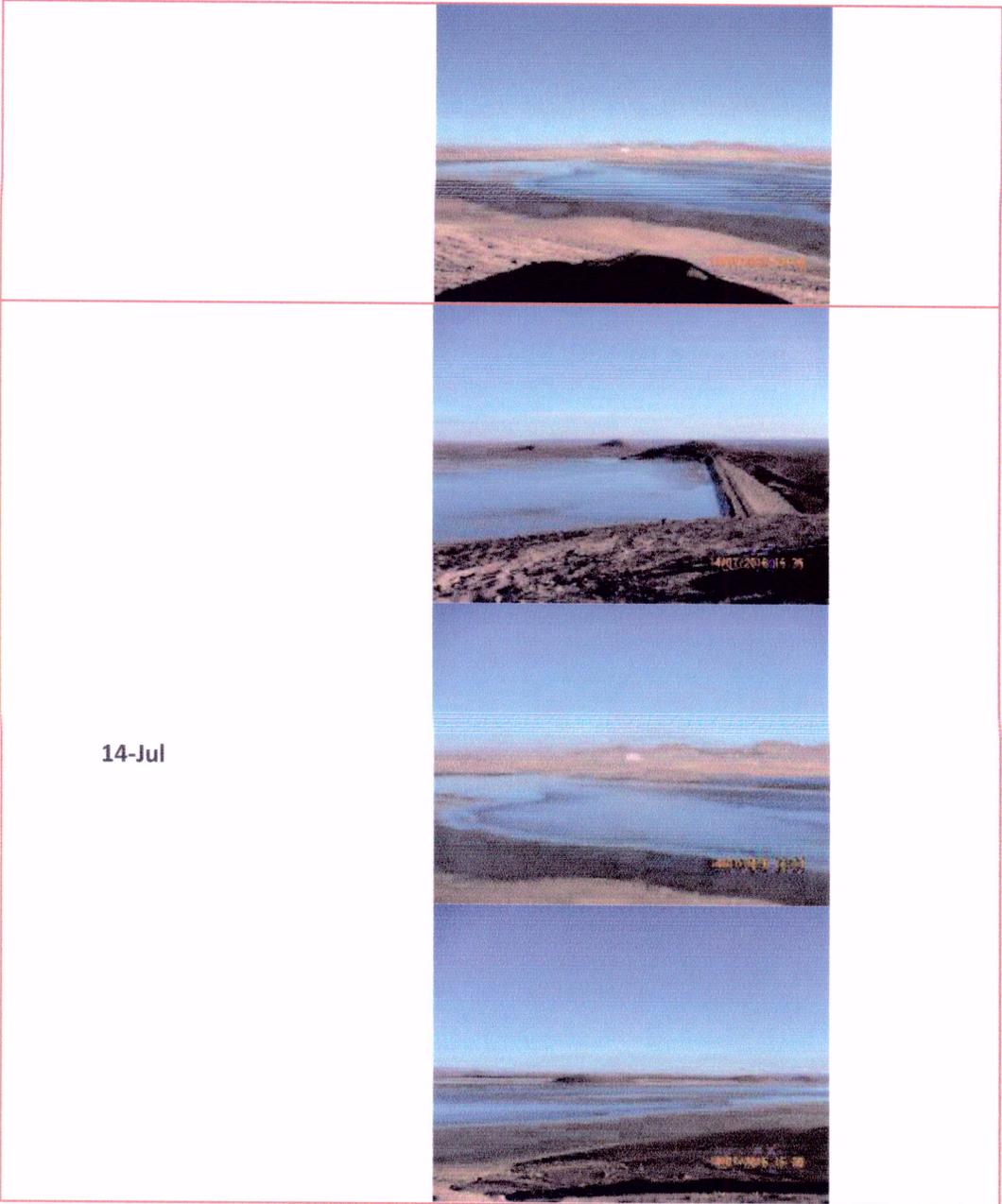
Para verificar lo anterior, se solicita:

- i) Registro fotográfico fechado, de la superficie del espejo de agua en la cubeta del tranque de relave (con copia de las imágenes en formato .jpg o .png).

Se presentan fotografías tomadas desde el día 11 al 24 de Julio del 2016. En CD que acompaña este documento, se entrega respaldo de fotografías en formato .JPEG.

FECHA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p data-bbox="402 793 477 825">11-Jul</p>	 <p>The top photograph shows a concrete dam structure extending from a rocky shore into a reservoir. The middle photograph shows a wide view of the reservoir with a dark, pebbly beach in the foreground. The bottom photograph shows a similar view of the dam and reservoir from a different angle.</p>
<p data-bbox="402 1434 477 1465">12-Jul</p>	 <p>The photograph shows a concrete dam structure extending from a rocky shore into a reservoir, similar to the top photo in the previous row.</p>





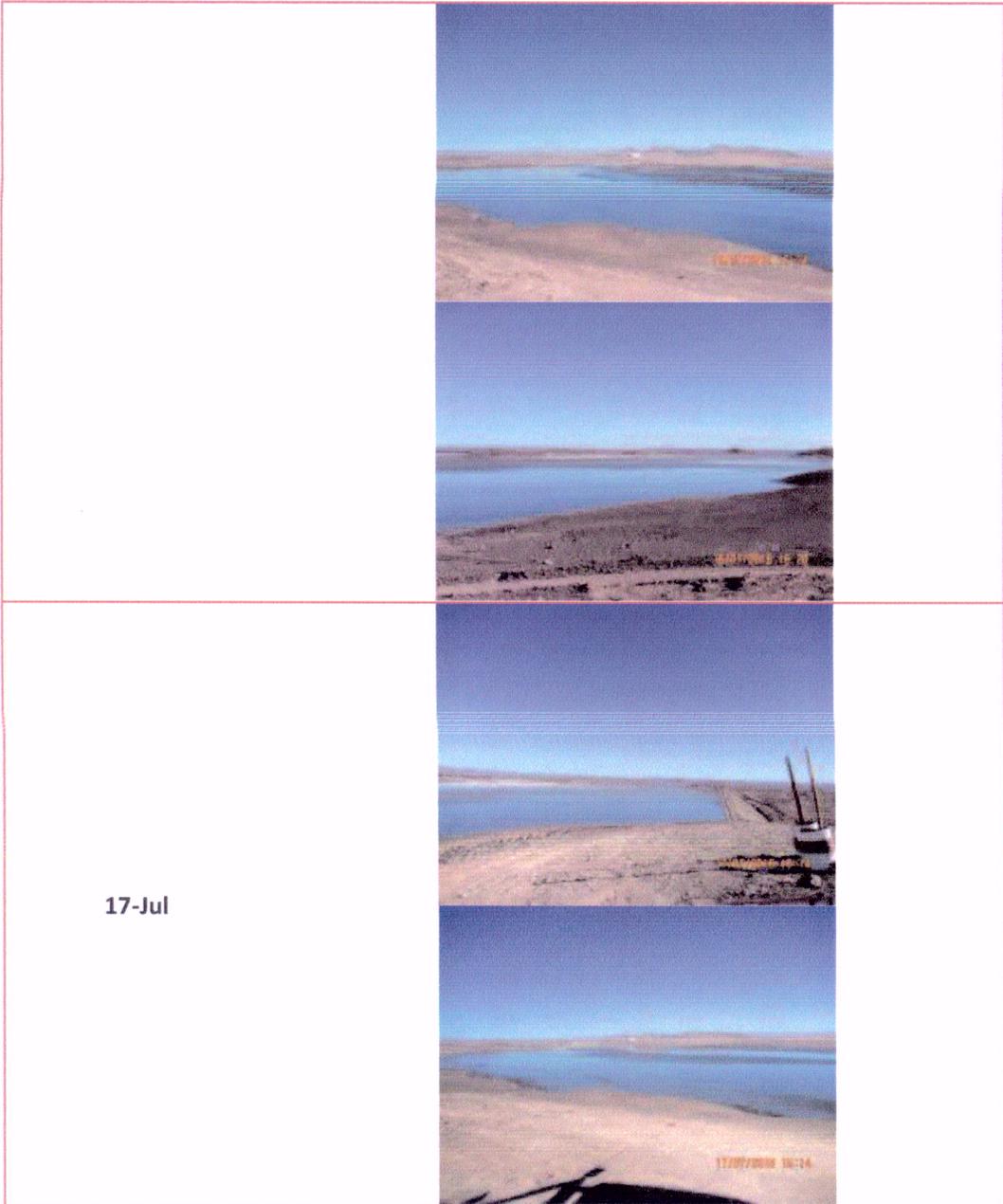
14-Jul

15-Jul

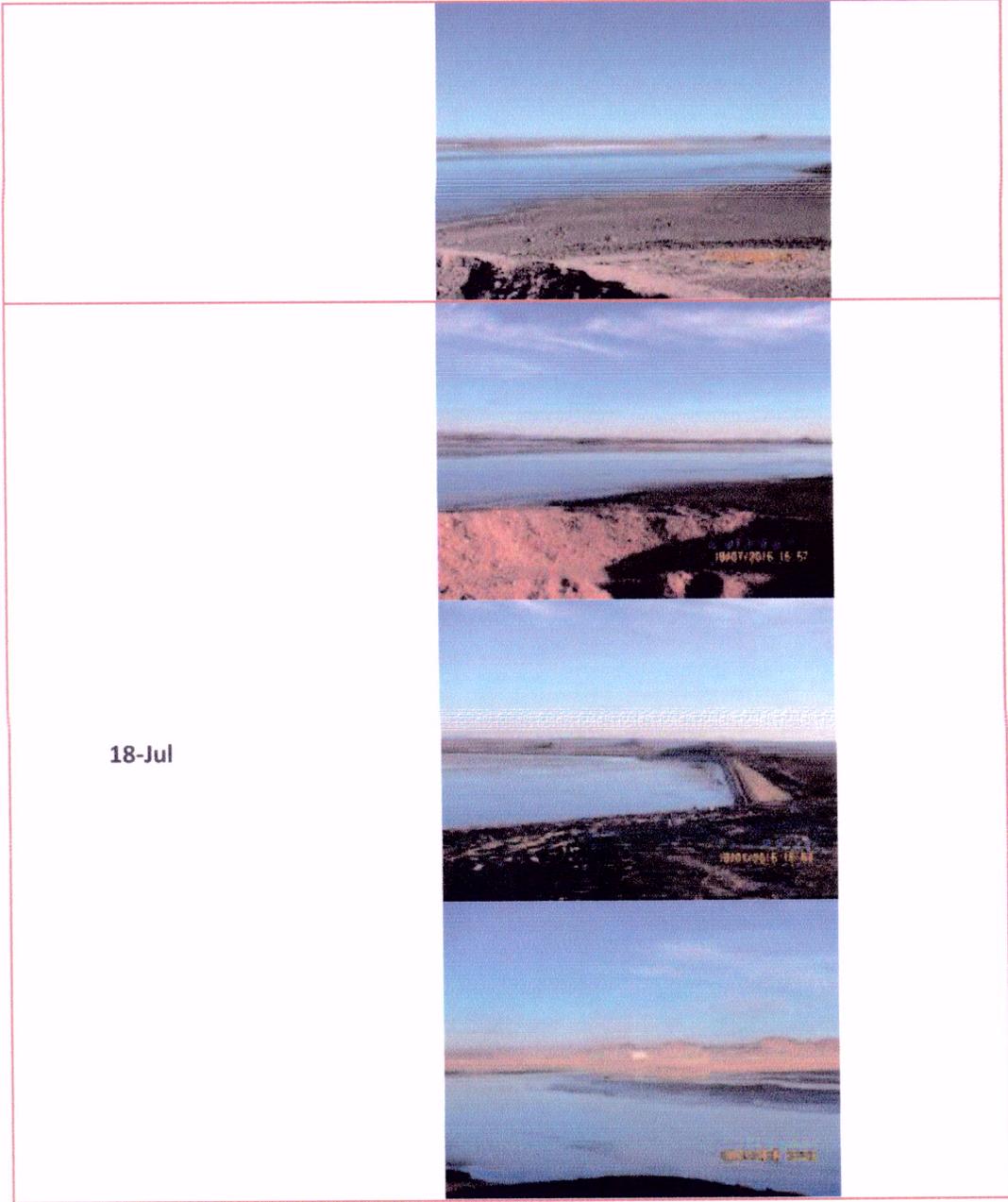


16-Jul





17-Jul



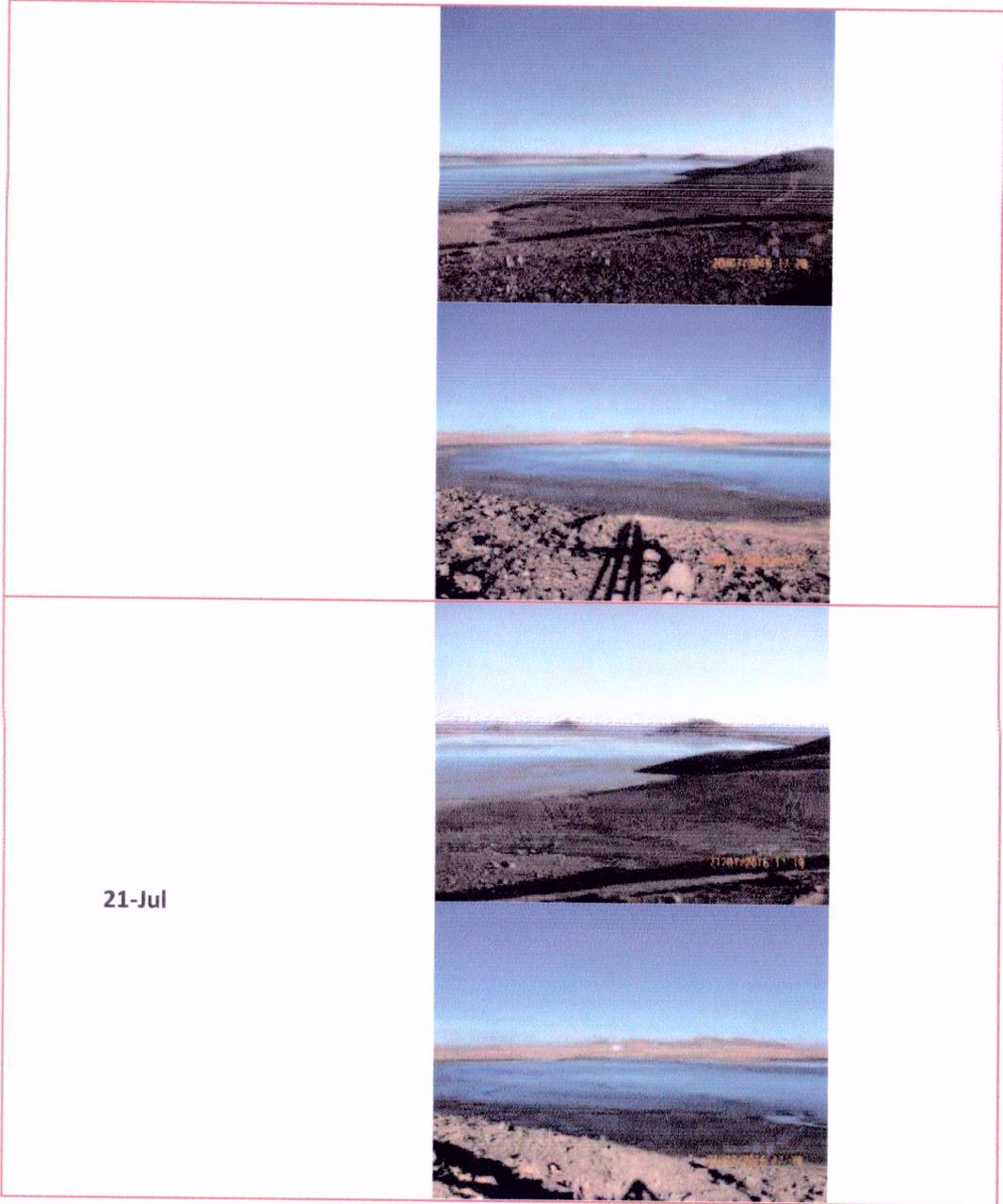
18-Jul

**19-Jul**

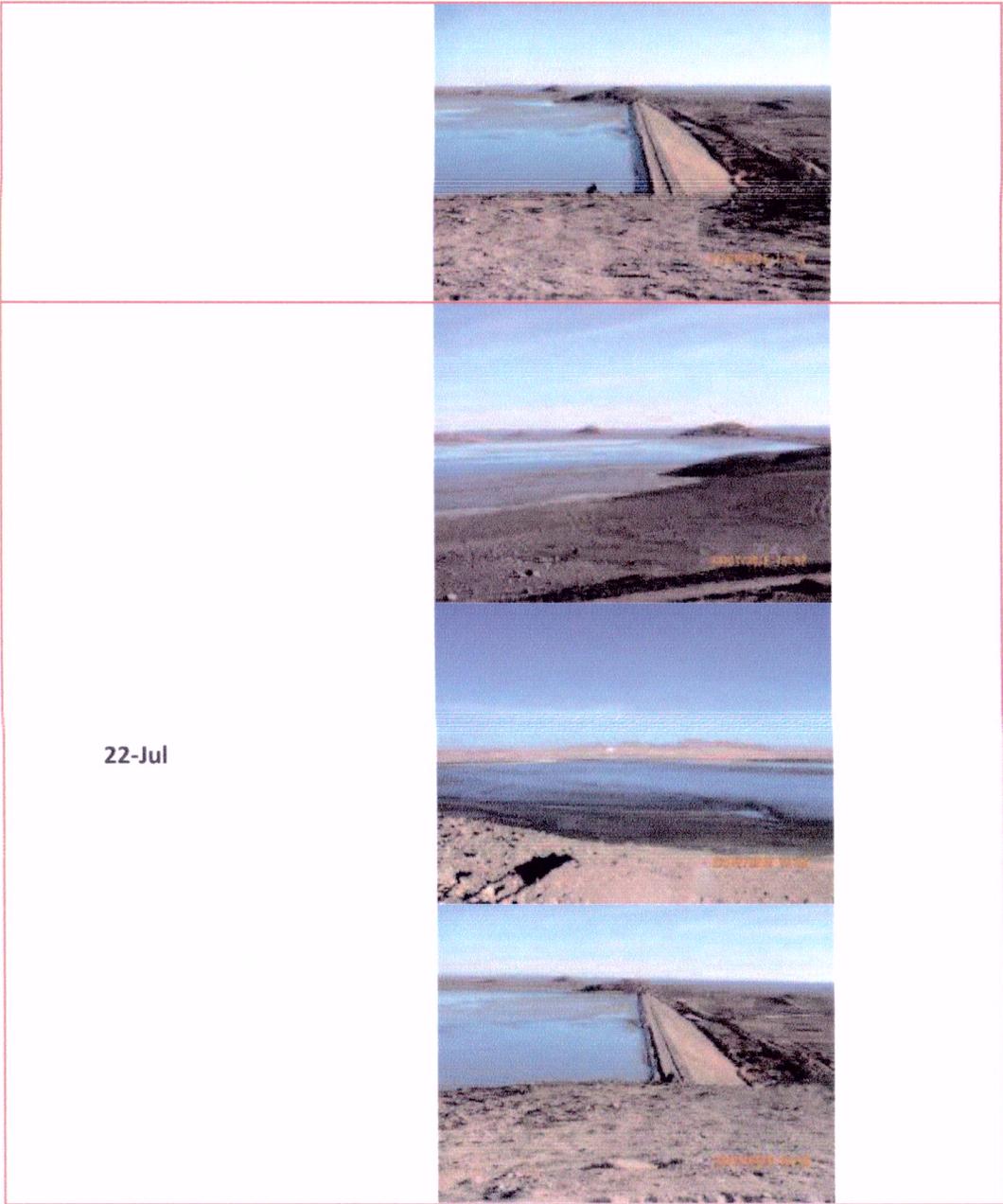


**20-Jul**





21-Jul



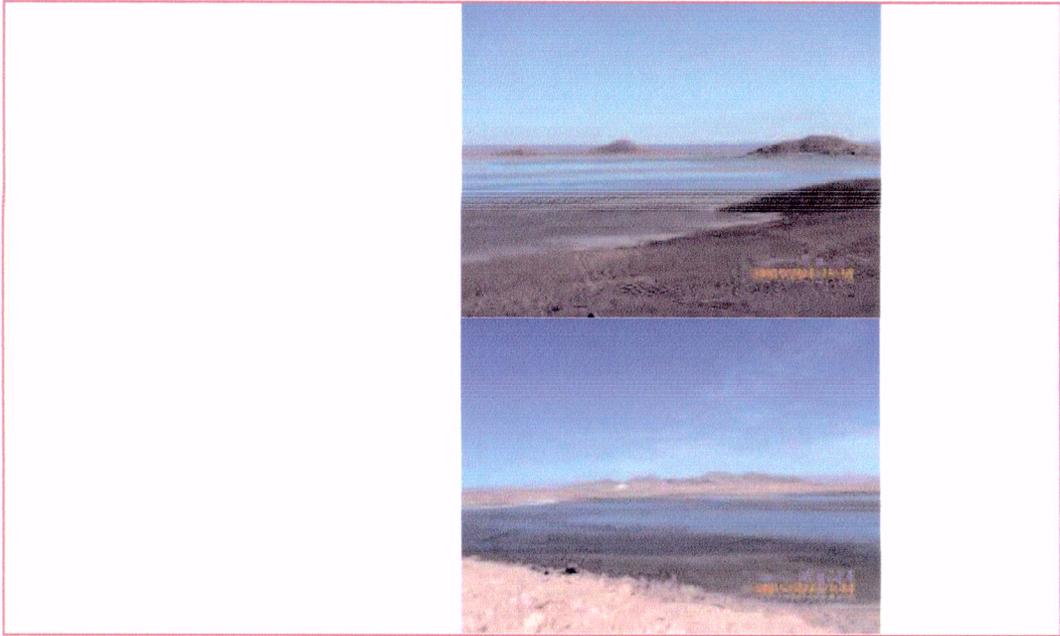
22-Jul

23-Jul



24-Jul





ii) **Un registro del caudal del agua bombeada a nivel diario (en m<sup>3</sup>/día);**

Se adjunta tabla resumen de volumen de agua recuperada diariamente desde el tranque de relaves.

**Tabla 1:** Volumen diario de agua recuperada.

Julio 2016	
Fecha	Agua recuperada m <sup>3</sup> /día
11-Jul	25.147
12-Jul	20.607
13-Jul	18.926
14-Jul	17.814
15-Jul	18.726
16-Jul	17.617
17-Jul	22.034
18-Jul	23.119
19-Jul	19.097
20-Jul	23.007
21-Jul	21.954
22-Jul	21.037
23-Jul	19.322
24-Jul (*)	0
<b>Promedio</b>	<b>19.172</b>

(\*) **24 Julio:** Recuperación de agua detenida, debido al ingreso de pulpa a sentina de bomba torre captación y bombas balsa de muro #3.

Sobre lo requerido por la autoridad, a partir de los datos en Tabla N°1 es posible señalar que, para el período bajo análisis, el promedio de volumen de agua recuperada desde el depósito de relaves fue de 19.172 m<sup>3</sup>/día, equivalente a **222 l/s**, quedando en evidencia el cumplimiento de la condición planteada en la Resolución Exenta N°616 que establece el estándar de 125 l/s como promedio quincenal.

- iii) Un registro de la medición de porcentaje de sólidos del relave espesado depositado en la cubeta, con frecuencia a lo menos diaria;

Se adjunta tabla resumen de volumen de agua recuperada diariamente desde el tranque de relaves, periodo desde el 11 al 24 de Julio de 2016.

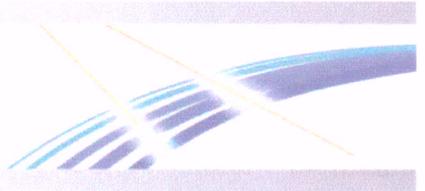
**Tabla 2: Porcentaje Diario de Sólidos.**

Julio 2016	
Fecha	Porcentaje de Sólidos
11-Jul	62.%
12-Jul	61%
13-Jul	61%
14-Jul	62%
15-Jul	61%
16-Jul	62%
17-Jul	61%
18-Jul	62%
19-Jul	61%
20-Jul	62%
21-Jul	61%
22-Jul	60%
23-Jul	56%
24-Jul	57%
Promedio	60,7%

Sobre lo requerido por la autoridad, a partir de los datos en Tabla N°2 es posible señalar que, para el período bajo análisis, el promedio de porcentaje de sólidos depositados en la cubeta fue de **60,7%**.

- iv) **Una batimetría de la cubeta de agua del Depósito medida cada 15 días corridos. La empresa deberá remitir el informe de batimetría elaborado por la empresa que realiza el levantamiento, adjuntando la correspondiente memoria de cálculo para la obtención de las mediciones de superficie del espejo de agua, volumen del espejo de agua, superficie de relaves depositados, volumen de relaves depositados y deberá informar la profundidad máxima y media del espejo de agua.**

En Anexo 1 se adjunta informe de Batimetría del 14 de Julio 2016 en el cual se entregan los datos de Superficie del espejo de agua, Volumen del espejo de agua, Superficie de relaves depositados, Volumen de relaves depositados, Profundidad máxima y media del espejo de agua.



Fecha Medición:

14.07.2016

Rev. 0.0

Código de Distribución:  
Distribución Limitada

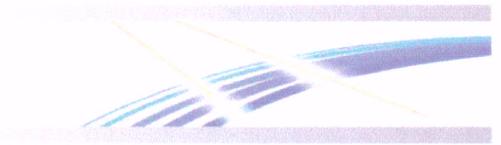


# Informe Batimétrico

Minera Sierra Gorda

<b>Elaborado</b>	<b>Revisado</b>	<b>Aprobado</b>
Gabriela Alvarez Jara Ingeniero Geomensor, Analista SIG	Alexander Aillon Torres Ing. Geomensor Jefe Depto. Geomensura	Carlos Prado Cortez Gerente de Proyectos



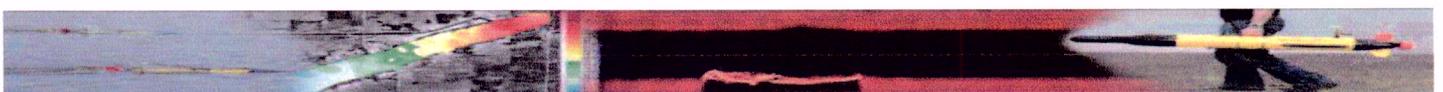


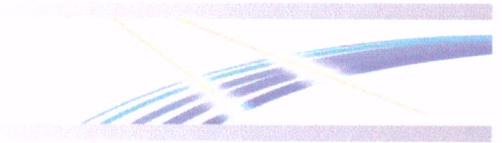
## 1 Introducción

El Informe Técnico correspondiente al servicio con fecha 14 de julio, presenta los resultados obtenidos del levantamiento batimétrico y el posterior análisis en gabinete, dichas mediciones están enmarcadas en el proyecto "**Servicio Especializados de Topografía, Estudios Batimétricos y Control de Calidad de agua del Depósito de Relave**" N° Contrato **SG.15.CS.040.1**, realizado por Geseecology Chile Ltda.

## 2 Objetivos

- Realizar mediciones Batimétricas.
- Realizar procesos en gabinete necesarios para la obtención del volumen de agua, superficies y perfiles comparativos para visualizar la dinámica del Depósito.
- Realizar, a través de la Imagen aérea (mediante Drone), Monitoreo y Clasificación Supervisada del Depósito.





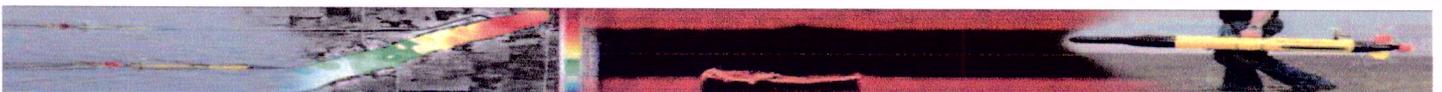
### 3 Procedimiento Operacional

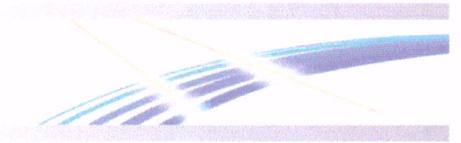
Los trabajos realizados en terreno tuvieron como base el punto Panda para las mediciones.

Estas mediciones corresponden a:

- Puntos de Apoyo para el levantamiento Aerofotogramétrico con el Drone eBee
- Levantamiento topográfico con GNSS, mediante modalidad RTK de los muros, MP3, MP4 y Plataforma de acceso a torre.

El DEM para este servicio fue generado a partir del procesamiento de las imágenes capturadas mediante el Drone eBee el día 14 de julio 2016.



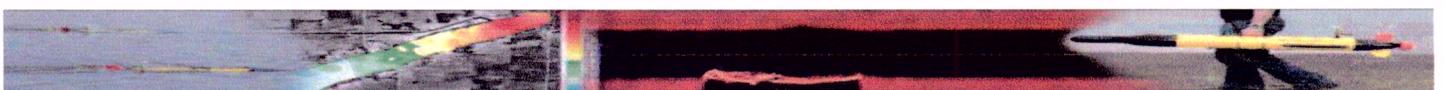


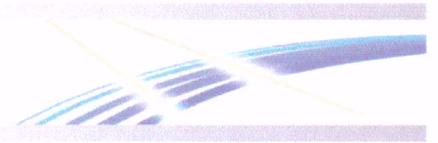
## 4 Resultados de la Batimetría

La siguiente tabla contiene los valores obtenidos para el levantamiento realizado el día 14 de julio del 2016, superficie relaves depositados, volumen de relaves depositados, profundidad máxima y media del espejo de agua.

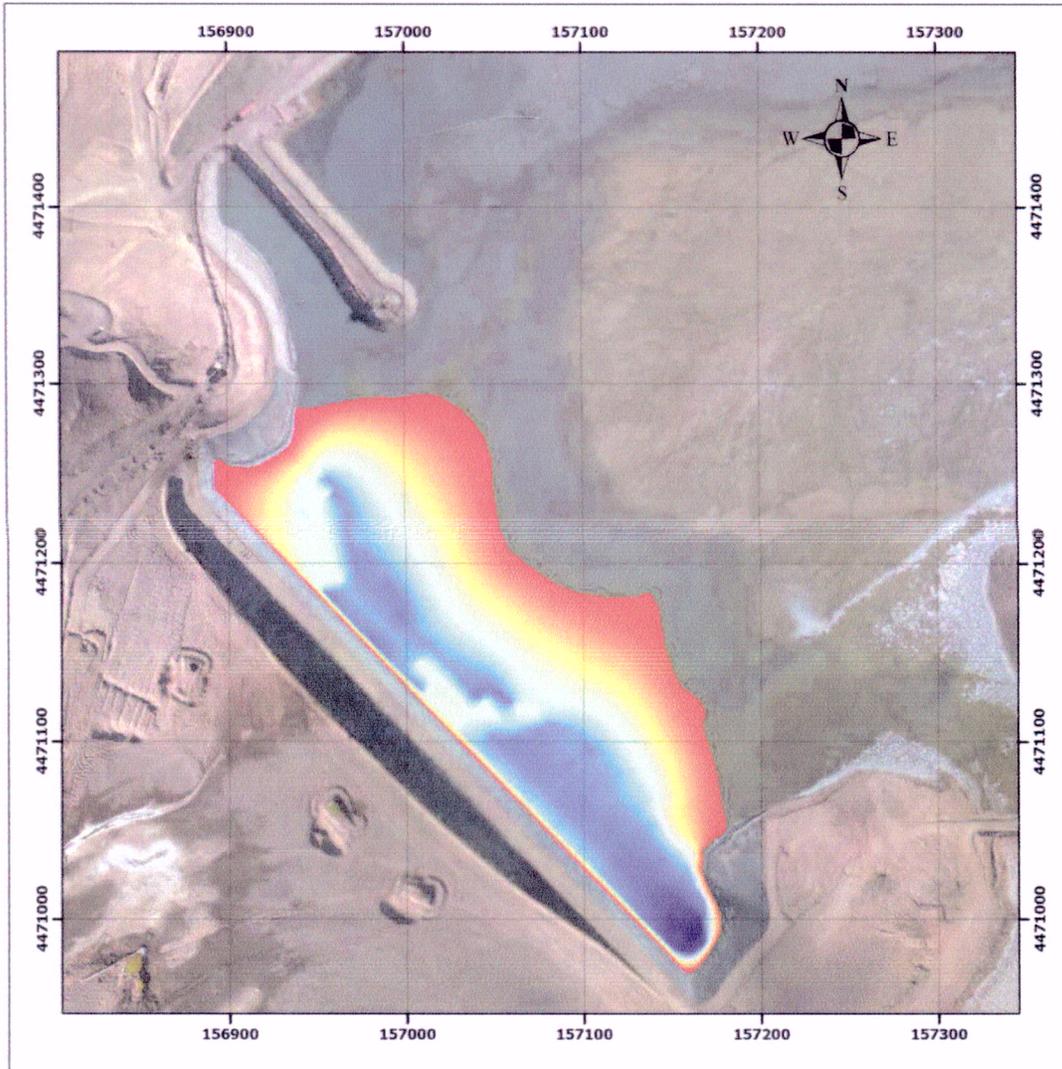
Volumen Total Agua en Cubeta	7.451,97 m <sup>3</sup>
Volumen Zona Profunda	5.098,29 m <sup>3</sup>
Volumen Zona Baja Profundidad	2.353,68 m <sup>3</sup>
Superficie Total Laguna	38.097,58 m <sup>2</sup>
Perímetro	973,55 m
Cota espejo de Agua (Pelo de Agua)	1.623,06 m.s.n.m
Cota Máxima Profundidad	1.622,38 m.s.n.m
Profundidad máxima espejo de agua	0,68 m
Promedio Profundidad espejo de agua	0,46 m

	Relave Sumergido	Relave Expuesto	Total
Volumen m <sup>3</sup>	172.214,73	30.889.885,17	31.062.099,90
Área m <sup>2</sup>	38.097,58	4.722.941,67	4.761.039,25



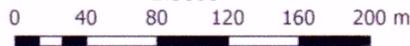


**MAPA DE PROFUNDIDAD  
DEPOSITO SIERRA GORDA**

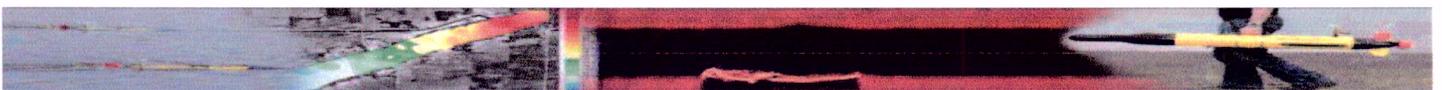


Fecha de Medición: 14.07.2016  
 Unidad de medida: metros  
 Sistema coordinado PTL

Escala  
 1:3000



Profundidades	
0.54 - 0.68	(Dark Blue)
0.41 - 0.54	(Light Blue)
0.27 - 0.41	(Yellow)
0.14 - 0.27	(Orange)
0.00 - 0.14	(Red)

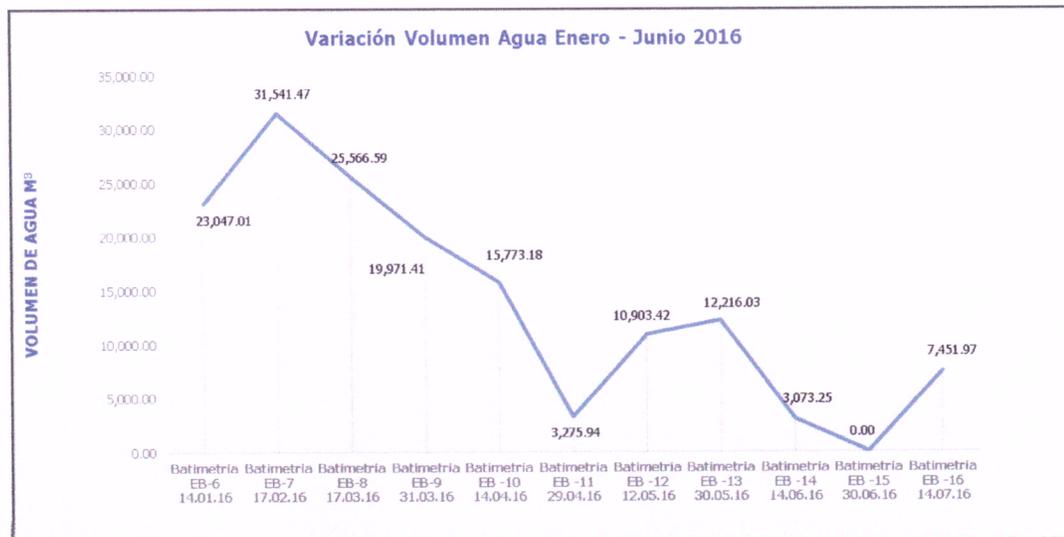




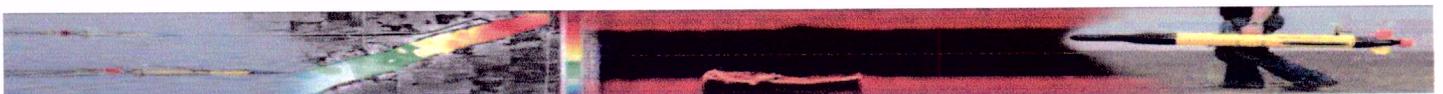
Con respecto al volumen de agua vemos un aumento con respecto al servicio realizado la primera quincena de junio debido al aumento del área y de las profundidades.

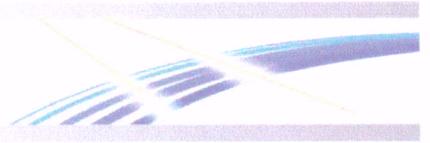


**Grafico N°1:** Variación cota Espejo de agua (msnm)  
(Pelo de Agua)

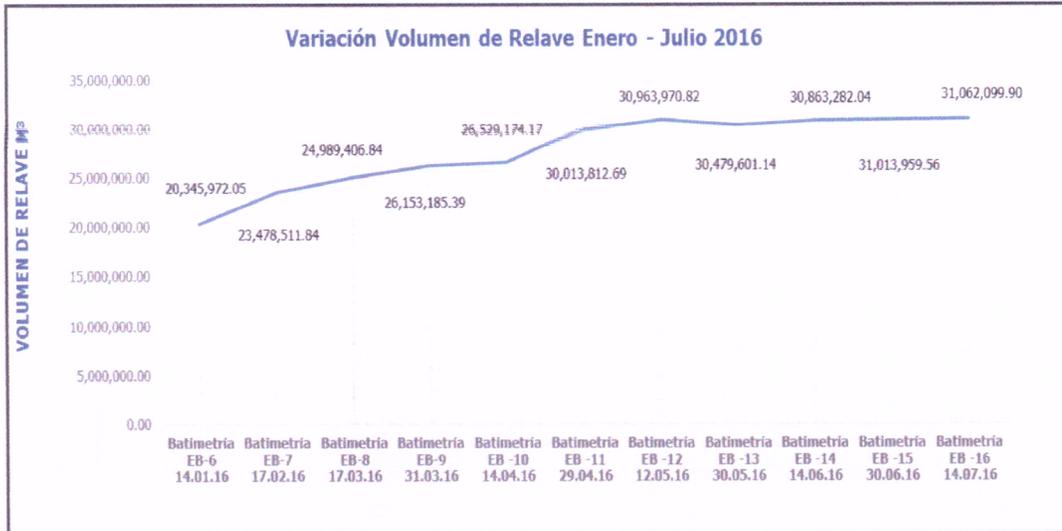


**Grafico N°2:** Variación volumen de agua.



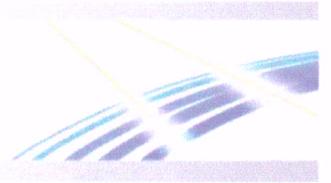


En cuanto al volumen de relave sigue la tendencia al alza.



**Grafico N°3** Variación volumen de relave.





### **Numeral 1.1**

#### **(iii) Batimetría de la cubeta, Memoria de Cálculo.**

Descripción Metodología de cubicación volumen de agua en la laguna del depósito de relaves SG:

La cubicación se realiza mediante software AutoCad Civil 3D (software para diseño de Ingeniería), dicho software realiza la cubicación mediante la comparación de superficies, para lo cual se debe tener definidas dos superficies, en el caso puntual de la cubicación de la laguna, se genera una superficie que corresponde a una superficie plana con cota (elevación), la cual es comparada con otra superficie que se realiza mediante los datos tomados con el AUV (sigla en inglés de vehículo autónomo sumergible) en relación a los datos de profundidad, teniendo estas dos superficies, el software genera la comparación de éstas con lo cual obtiene el volumen total de la laguna.

**Elaborado por** : **Gabriela Alvarez Jara**  
Ingeniero Geomensor, Analista SIG

**Revisado por** : **Alexander Aillon Torres**  
Ing. Geomensor, Jefe Depto. Geomensura

**Aprobado por** : **Carlos Prado Cortez**  
Gerente de Proyecto

## REPORTE CAMPAÑA DE MONITOREO ISOTÓPICO SMA – CAMPAÑA JULIO 2016

CÓDIGO ARCADIS: N° 4677-0000-GH-RVT-002\_0

JULIO 2016

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	A. Palacios	C. Ortiz	C. Ortiz	Coordinación Interna
	Fecha	20.07.2016	20.07.2016	20.07.2016	
B	Nombre Firma	A. Palacios	C. Ortiz	C. Ortiz	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	20.07.2016	20.07.2016	20.07.2016	
0	Nombre Firma	A. Palacios	C. Ortiz	C. Ortiz	Aprobación Cliente
	Fecha	21.07.2016	21.07.2016	21.07.2016	

## CONTACTOS

**ALEJANDRA PALACIOS**  
Jefe de Proyecto

T +56223816229  
e [alejandra.palacios@arcadis.com](mailto:alejandra.palacios@arcadis.com)

Arcadis.  
Av. Antonio Varas 621  
Providencia, CP 7500966  
Santiago | Chile

---

# CONTENIDO

<b>1 REPORTE DE CAMPAÑA DE MONITOREO ISOTÓPICO SMA JULIO 2016 .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Detalle de muestras recolectadas.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Envío a laboratorio y análisis.....</b>	<b>4</b>

## TABLAS

Tabla 1-1: Puntos de muestreo para análisis de isótopos, julio 2016 .....	3
Tabla 1-2: Programación entrega Informe Final a SMA .....	5

## FIGURAS

Figura 1-1: Envío de muestras a laboratorio, vía TNT.....	4
---	---

## REPORTE CAMPAÑA DE MONITOREO ISOTÓPICO SMA – CAMPAÑA JULIO 2016

### 1 REPORTE DE CAMPAÑA DE MONITOREO ISOTÓPICO SMA JULIO 2016

La Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), mediante Resolución exenta N°616 del 07 de julio de 2016, solicitó a SGSCM “Realizar nuevo muestreo de isótopos estables del agua, con la misma metodología y parámetros del análisis mencionado en el Informe de marzo 2016 (Código Arcadis N° 4677-0000-GH-INF-001\_B). Dicho monitoreo deberá tomar muestras en los pozos contemplados en el Programa de monitoreo Hidrogeológico establecido en el considerando 8.3.2 de la RCA N° 137/2011 (inclusive CB-12), y en los pozos y sondajes ubicados en el sector del depósito de Relaves, identificados con nomenclatura CON-10, CON-15, CON-16, CON-21, CON-23, KPDH10-40, en el depósito de relaves y en la piscina de agua de mar. Para el caso del pozo CB-7, CB-8 y CB-9 las muestras deberán ser tomadas a dos profundidades”

El presente documento reporta la campaña de terreno realizada por personal de Arcadis entre el 08 y 12 de julio de 2016 para atender lo solicitado por la SMA. La campaña fue ejecutada por los supervisores de terreno Juan Quinteros y José Vargas, y el apoyo en terreno y gabinete de los hidrogeólogos del proyecto y jefe de proyecto.

Todas las muestras fueron recolectadas y preservadas a baja temperatura y fuera del alcance de radiación solar, para evitar la evaporación del agua y el consiguiente fraccionamiento de los compuestos a analizar.

#### 1.1 Detalle de muestras recolectadas

En terreno se tomaron 24 muestras para ser enviadas al laboratorio en los siguientes lugares: 22 pozos y 2 aguas de proceso (cubeta depósito relave + piscina de agua de mar). Respecto a la toma de muestra en los pozos, se cumplió con lo solicitado por la SMA, es decir en los pozos CB-7, CB-8 y CB-9 se recolectaron dos muestras a diferentes profundidades, ver detalle en Tabla 1-1.

Cabe destacar que no fue posible recolectar muestra del pozo CB-12, ya que no presentaba el volumen suficiente para su captura. Recordar que el mes de junio, y en el marco del monitoreo mensual, el pozo CB-12 presentó el volumen de agua suficiente para ser capturado por primera vez y ser enviada a analizar químicamente.

**Tabla 1-1: Puntos de muestreo para análisis de isótopos, julio 2016**

	Nombre muestra	Fecha (dd/mm/aa)	Hora (hh:mm)	Profundidad muestreo (m)
1	CB-2	08/07/2016	17:30	40
2	CB-3	08/07/2016	16:40	40
3	CB-4	10/07/2016	11:40	50
4	CB-5	10/07/2016	8:50	70
5	CB-6	10/07/2016	14:30	200
6	CB-7 (profundidad 1)	11/07/2016	15:15	65
7	CB-7 (profundidad 2)	11/07/2016	15:30	120
8	CB-8 (profundidad 1)	11/07/2016	14:00	20
9	CB-8 (profundidad 2)	11/07/2016	14:25	100
10	CB-9 (profundidad 1)	12/07/2016	15:50	100
11	CB-9 (profundidad 2)	12/07/2016	15:30	50
12	CB-10	11/07/2016	10:20	150
13	CON-10	12/07/2016	13:40	130
14	CON-15	09/07/2016	17:30	185
15	CON-16	11/07/2016	16:30	180
16	CON-21	12/07/2016	16:35	145

## REPORTE CAMPAÑA DE MONITOREO ISOTÓPICO SMA – CAMPAÑA JULIO 2016

	Nombre muestra	Fecha	Hora	Profundidad
17	CON-23	12/07/2016	12:30	320
18	KPDH 10-40	09/07/2016	16:20	110
19	QSCSG6-237	08/07/2016	14:20	40
20	QSG08-402	13/07/2016	9:25	50
21	QSG08-431	10/07/2016	13:20	80
22	QSG08-493	10/07/2016	12:25	75
23	Cubeta deposito relave	09/07/2016	11:45	despiche
24	Piscina agua mar	11/07/2016	10:50	despiche

Fuente: elaboración propia

### 1.2 Envío a laboratorio y análisis

Las 24 muestras isotópicas obtenidas se enviaron a las oficinas centrales de Arcadis Chile donde fueron enviadas el día 19 de julio, mediante empresa de transporte, al laboratorio Isotope Tracer Technologies Inc (IT2) ubicado en Waterloo, Canadá, ver Figura 1-1. Los resultados de los análisis se estima estarán en cinco semanas a partir de recibidas las muestras en el laboratorio.

El informe final del presente monitoreo, que contendrá el análisis e interpretación de la información levantada en terreno, será entregado a SMA en el informe del mes de septiembre de 2016 en su versión final, ver Tabla 1-2.

**Figura 1-1: Envío de muestras a laboratorio, vía TNT**

The image shows a TNT shipping label form with the following details:

- Sender (Remitente):** ANTONIO VARRAS EST. PICO J., SANTIAGO, PROVINCIA DE SANTIAGO, CHILE. Contact: LORENA TAPIA, Tel. No. 56-02 3014000.
- Recipient (Destinatario):** ISOTOPE TRACER TECHNOLOGIES INC., 695 RYERST ST. UNIT B, WATERLOO, ONTARIO, CANADA. Contact: MIRNA STAS, Tel. No. 519-886-5555.
- Barcode:** 964327359
- Services (Servicios):** Special Service (9:00, 10:00, 12:00 Express, Economy Express) and Seguro (Priority).
- Table 10: Descripción de Bienes**

Descripción General	Número de Unidades	Peso		Dimensiones		
		KG	LIBRAS	LARGO	ANCHO	ALTO

Fuente: Elaboración propia

REPORTE CAMPAÑA DE MONITOREO ISOTÓPICO SMA – CAMPAÑA JULIO 2016

**Tabla 1-2: Programación entrega Informe Final a SMA**

Actividad	julio			agosto				septiembre		
	15	22	29	5	12	19	26	2	9	16
Campaña de terreno	x									
Envío de muestras a laboratorio		x								
Análisis de laboratorio			x	x	x	x	x			
Reporte terreno para SMA		x								
Informe técnico para SMA								x	x	x

Fuente: Elaboración propia

Arcadis

Av. Antonio Varas 621  
Providencia, Santiago  
T: +56 2 2381 6000

[arcadis.com](http://arcadis.com)

