






**CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE**

**VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS**

**CS-064 SERVICIO DE MONITOREO HÍDRICO Y  
METEOROLÓGICO, PERIODO 2021-2022  
PROYECTO RAJO INCA**

**4600019896-06310-INFSU-00057**

**MEDICIONES DE FLUVIOMETRÍA DREN AGUA HELADA  
INFORME ANUAL (CONSEJO DE DEFENSA DEL ESTADO)  
SALAR DE PEDERNALES  
JUNIO 2023**

<b>0</b>	<b>12-06-23</b>	<b>REVISION CODELCO</b>	 <b>PE</b>	<i>Hely Torrealba</i> <b>HT</b>	 <b>CBG</b>	<b>ROL</b>
<b>B</b>	<b>05-06-23</b>	<b>REVISION CODELCO</b>	 <b>PE</b>	<i>Hely Torrealba</i> <b>HT</b>	 <b>CBG</b>	<b>ROL</b>
<b>REV N°</b>	<b>FECHA</b>	<b>EMITIDO PARA</b>	<b>POR</b>	<b>REVISADO POR</b>	<b>APROBADO POR</b>	<b>APROBADO POR</b>
			<b>AGQ CHILES.A.</b>			<b>CODELCO</b>
						<b>Pág. 1 de 15</b>
		<b>4600019896-06310-INFSU-00057</b>				<b>Rev.0</b>

# Monitoreo hídrico y meteorológico 2021-2023

## Fluviometría Dren Agua Helada Salar de Pedernales

2023

Junio 2023



# Índice

<b>Resumen Ejecutivo .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Introducción.....</b>	<b>7</b>
1.1 Objetivos.....	7
<b>2 Antecedentes .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Metodología .....</b>	<b>10</b>
3.1 Medición de caudal (aforos) .....	10
3.2 Punto no medido .....	10
<b>4 Resultados .....</b>	<b>11</b>
4.1 Mediciones de caudal.....	11
<b>5 Discusión de resultados .....</b>	<b>12</b>
<b>6 Conclusiones.....</b>	<b>13</b>
<b>7 Referencias .....</b>	<b>14</b>
<b>Anexo A. Compromisos Ambientales .....</b>	<b>15</b>
<b>Anexo B. Certificaciones ETFA.....</b>	<b>15</b>
<b>Anexo C. BBDD mediciones DAH.....</b>	<b>15</b>
<b>Anexo D. Certificados de terreno .....</b>	<b>15</b>

## Índice de Tablas

Tabla 2-1: Punto de aforo DAH sector Salar de Pedernales. ....	8
Tabla 2-2: Registro histórico de caudal en el DAH. ....	8
Tabla 4-1: Medición de caudal en el Dren de Agua Helada (DAH) durante el año 2023. ....	11

## Índice de Figuras

Figura 2-1: Ubicación del DAH en la cuenca Salar de Pedernales. ....	9
Figura 5-1: Evolución del caudal medido en el punto de aforo Dren Agua Helada. ....	12

## Resumen Ejecutivo

El presente Informe Anual de Fluviometría en el Dren Agua Helada (DAH) corresponde a la presentación de los caudales medidos manualmente en dicho dren, localizado en el sector noroeste del Salar de Pedernales, y al análisis efectuado en la variación de los valores medidos.

Los aforos que se entregan en el presente informe fueron realizados de manera quincenal desde junio de 2022 hasta abril de 2023, continuando con las mediciones que se entregaron en el informe anual anterior (hasta mayo de 2022). Las mediciones de caudal en dicho punto se realizaron de manera exitosa, a excepción de la segunda quincena de junio, el mes de julio, y la primera quincena de agosto, cuando no se pudo acceder por la presencia de nieve en el sector.

El caudal promedio a partir de las mediciones realizadas entre junio de 2022 y abril de 2023 (18 mediciones) resulta en 48 l/s, registrando un mínimo de 36,5 l/s en octubre de 2022 y un máximo de 58 l/s a principios de enero de 2023.

## 1 Introducción

La División Salvador (DSAL) de Codelco Chile se encuentra ubicada en la Región de Atacama, comuna de Diego de Almagro, a 5,2 kilómetros de la ciudad El Salvador. DSAL se ha comprometido, mediante un Plan de Seguimiento Ambiental Voluntario (Adenda Excepcional Proyecto Rajo Inca, 2019), al monitoreo de las Aguas Subterráneas de la cuenca Salar de Pedernales, con la finalidad de garantizar la conservación de las actuales zonas de vegetación activas del tipo SVAHT localizadas al suroeste del salar, así como controlar la extensión del cono de depresión de los pozos de bombeo asociados al Proyecto Rajo Inca (PRI), aprobado mediante la Resolución Exenta N°19 del 28 de febrero de 2020 (Anexo A).

Si bien dicho Plan de Seguimiento no cuenta con un monitoreo de caudales en el sector Salar de Pedernales, es a partir del Avenimiento entre el Consejo de Defensa del Estado (CDE) y Codelco en el que se establecen las mediciones de caudal del Dren Agua Helada. Concretamente, este compromiso forma parte de la Medida H-02 Cierre del Dren Agua Helada del Avenimiento (Anexo A).

El objetivo de la medida mencionada es eliminar esta salida artificial del sistema cuenca Salar de Pedernales, creada en la década de 1920, y que involucra un caudal estimado de alrededor de 45 l/s que cae hacia la cuenca del río Salado. El cierre de este dren implicaría restablecer una condición natural del acuífero del Salar de Pedernales.

Por último, cabe destacar que AGQ, empresa encargada de la medición de caudal en el punto mencionado, se trata de una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) debidamente inscrita en el registro de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y que cuenta con las resoluciones exentas pertinentes (Anexo B), para la correcta ejecución de los trabajos.

### 1.1 Objetivos

El objetivo principal del presente informe corresponde al establecimiento de la línea base del caudal pasante por el Dren Agua Helada, tal y como se recoge en el Avenimiento con el Consejo de Defensa del Estado (CDE) como parte de las medidas de optimización del recurso hídrico de la cuenca Salar de Pedernales.

## 2 Antecedentes

Los aforos en el Dren Agua Helada se establecieron con una frecuencia quincenal, y su objetivo corresponde al levantamiento de la línea base de caudal pasante. Si es viable el cierre del DAH, dicha línea base servirá como medida de control para el correcto funcionamiento del cierre del dren, tal y como se estableció en el Avenimiento entre Codelco y el CDE.<sup>1</sup>

En la Tabla 2-1 se indican las coordenadas del DAH. Por otro lado, en la Figura 2-1 se presenta una ubicación en planta del punto de medición de caudal.

**Tabla 2-1:** Punto de aforo DAH sector Salar de Pedernales.

Punto	Este WGS84 (m)	Norte WGS84 (m)
Dren Agua Helada (DAH)	475.502	7.104.824

Previo al inicio de las mediciones quincenales del DAH (enero 2021) existen mediciones puntuales durante los años 2014, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020 con los caudales que se indican en la Tabla 2-2.

**Tabla 2-2:** Registro histórico de caudal en el DAH.

Caudal DAH (l/s)											
2014	2016		2017		2018		2019		2020		
Ene	Agos	Nov	Abr	Jul	Ene	Abr	Jun	Sept	Oct	Nov	Dic
39	71	53	43,8	90,7	119	58	53	40	22	42	33

<sup>1</sup> Según se recoge en el Avenimiento, la línea base se levantará a partir del año 2021 (o desde los 3 meses siguientes a que se encuentre a firme el Avenimiento) hasta el año 2025, fecha estimada para la finalización del cierre del dren.



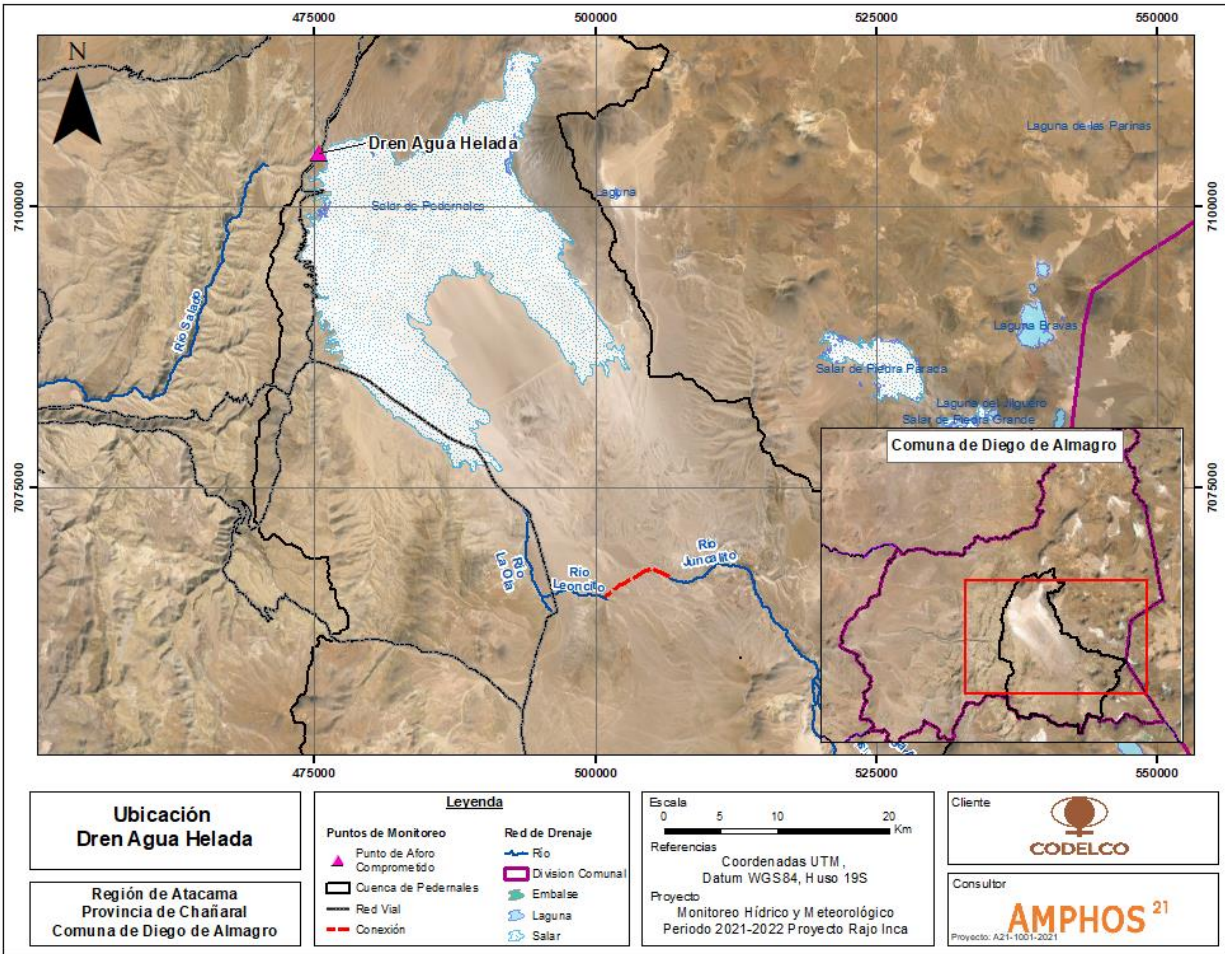


Figura 2-1: Ubicación del DAH en la cuenca Salar de Pedernales.

## 3 Metodología

### 3.1 Medición de caudal (aforos)

La metodología utilizada para realizar los aforos se basa en la norma internacional ASTM D5851. En esta medición se utiliza el método “área-velocidad”, en el cual se divide la sección transversal del curso de agua en subsecciones, midiendo la velocidad media del flujo en cada una de ellas y multiplicándola por el área de cada subsección. La suma de los caudales resultantes en cada subsección es el caudal total del curso de agua.

Para medir dichas velocidades se utiliza un molinete mecánico o magnético, que va inserto en una barra o pértiga graduada que permite medir la profundidad del lecho. El ancho de las subsecciones se mide con huincha graduada, instalada de orilla a orilla.

### 3.2 Punto no medido

En caso de que no se logre realizar una medición, por no existir un escurrimiento de agua superficial en la sección de aforo (seco) o porque no se logra acceder a la sección por las condiciones meteorológicas, se informan en Constancias de Terreno, donde se presenta la justificación por la visita realizada al punto de control sin obtener la medida requerida. En general, estas son las principales causas derivadas del reconocimiento y control de puntos.

## 4 Resultados

### 4.1 Mediciones de caudal

Desde junio de 2022 a abril de 2023 se han realizado 18 mediciones de caudal de manera manual en el DAH del Salar de Pedernales. Los resultados son presentados en la Tabla 4-1, donde se indican la fecha del registro y las mediciones del caudal.

Asimismo, en el Anexo C adjunto se encuentra el archivo con las mediciones para el periodo evaluado y las mediciones anteriores, mientras que en el Anexo D se encuentran los certificados de terreno de las mediciones efectuadas por la empresa ETFA AGQ desde el último reporte anual (mayo 2022) hasta abril 2023.

**Tabla 4-1:** Medición de caudal en el Dren de Agua Helada (DAH) durante el año 2023.

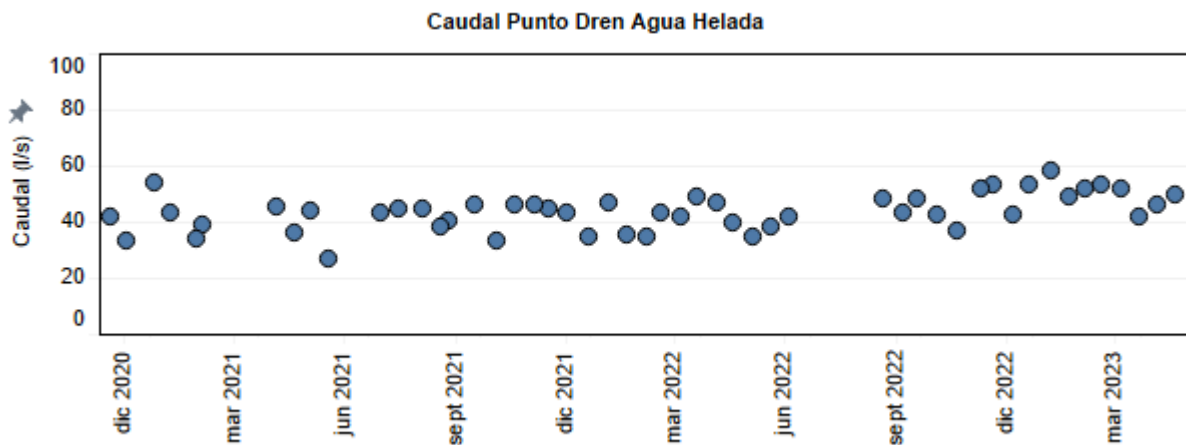
Fecha Medición	Hora	Caudal (l/s)	Fuente ETFA
13-06-2022	11:30	42,0	AGQ
30-06-2022	11:10	(*)	AGQ
15-07-2022	12:00	(*)	AGQ
30-07-2022	12:00	(*)	AGQ
15-08-2022	12:00	(*)	AGQ
31-08-2022	11:00	48,0	AGQ
16-09-2022	11:10	43,0	AGQ
28-09-2022	11:45	48,0	AGQ
14-10-2022	11:00	42,5	AGQ
30-10-2022	13:31	36,5	AGQ
19-11-2022	14:20	52,0	AGQ
30-11-2022	12:40	53,0	AGQ
16-12-2022	12:20	42,8	AGQ
29-12-2022	11:20	53,4	AGQ
16-01-2023	11:40	58,0	AGQ
01-02-2023	10:30	49,0	AGQ
13-02-2023	9:30	52,0	AGQ
27-02-2023	12:45	53,0	AGQ
16-03-2023	10:00	52,0	AGQ
31-03-2023	12:35	42,0	AGQ
15-04-2023	10:16	46,0	AGQ
30-04-2023	12:00	50,0	AGQ

(\*) Sin acceso por nieve.

## 5 Discusión de resultados

A continuación, en la Figura 5-1, se muestra la evolución temporal del caudal aforado en el Dren Agua Helada desde noviembre de 2020 hasta abril de 2023.

En el gráfico se puede observar que todos los caudales se encuentran en torno a los 40 l/s y que, desde noviembre 2022 los valores aumentan en torno a los 50 l/s. En cuanto a los caudales para el periodo evaluado e incorporado en el presente reporte (junio 2022 a abril 2023), se observa un promedio de 48 l/s, registrando un mínimo de 36,5 l/s en octubre de 2022 y un máximo de 58 l/s a principios de enero de 2023 (Figura 5-1).



**Figura 5-1:** Evolución del caudal medido en el punto de aforo Dren Agua Helada.

## 6 Conclusiones

El presente Informe Anual de Fluviometría corresponde a la presentación de los caudales medidos manualmente en el Dren Agua Helada (DAH), como compromiso para el levantamiento de la línea base en dicho punto ante la medida del cierre del dren establecida en el Avenimiento con el Consejo de Defensa del Estado (CDE).

Los aforos fueron realizados con una frecuencia quincenal entre junio 2022 y abril 2023, sumando un total de 18 registros de caudal para el periodo evaluado, y estos son comparados con los registros previos. Cabe decir que las mediciones de la segunda quincena de junio, el mes de julio, y la primera quincena de agosto, no se pudieron realizar debido a la presencia de nieve en el sector que impidió el acceso al punto.

En cuanto a los caudales para el periodo evaluado e incorporado en el presente reporte (junio 2022 a abril 2023), se observa un promedio de 48 l/s, registrando un mínimo de 36,5 l/s en octubre de 2022 y un máximo de 58 l/s a principios de enero de 2023. Los datos de finales del año 2022 a principios del año 2023 presentan fluctuaciones en torno a los 50 l/s.

## 7 Referencias

- Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 19/2020. Proyecto Rajo Inca.
- Apéndice 1 del Anexo 1-2 Adenda Excepcional EIA Proyecto Rajo Inca. Plan de Seguimiento y Plan de Alerta Temprana Pedernales.
- GP Consultores Ltda. (2021) Medición de Fluviometría Aforos (Trimestral) Salar de Pedernales marzo 2021. Código Informe 4400253014-06310-INFSU-00017.
- CDE-CODELCO (2020). Supuestos y medidas adoptadas por Codelco en el marco del acuerdo de avenimiento y transacción con el Consejo de Defensa del Estado. Causa Rol D-7-2020, Primer Tribunal Ambiental.

## **Anexo A. Compromisos Ambientales**

## **Anexo B. Certificaciones ETFA**

## **Anexo C. BBDD mediciones DAH**

## **Anexo D. Certificados de terreno**