



**OF. ORD.** N° 228 /  
**ANT.:** Of. Ord. CDE N°  
1733, de 28 de  
abril de 2021.  
**MAT.:** Información que  
indica.

**SANTIAGO, 14 MAY 2021**

**DE : DIRECTOR GENERAL DE AGUAS  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS**

**A : MARJORIE ALEJANDRA CARDENAS DERAMOND  
ABOGADA JEFA DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN  
CONSEJO DE DEFENSA DEL ESTADO**

Junto con saludar, y en el contexto de vuestro Of. Ord. CDE N°1733, de 28 de abril de 2021, a través del cual se solicitó revisar el documento "Medida H-01 Restablecimiento de escorrentía superficial desde Río La Ola" y los términos de referencia remitidos por Codelco División Salvador de las medidas H-04, EST-01, y EST-02, este Servicio informa las siguientes observaciones:

**I.- Medida H-01 "Restablecimiento de escorrentía superficial desde Río La Ola".**

1.- En el punto "4. DESARROLLO. 4.1 Descripción" se señala "*En caso que el agua del tranque La Ola se encuentre congelada y no sea posible la entrega de este caudal, esta condición será reportada en el informe anual.*" Al respecto, se sugiere complementar el reporte de incidencias de congelamiento con fotos fechadas.

**II.- Medida H-04 sobre "Investigación sobre nuevas fuentes de agua en cuencas de Salares La Isla, Aguilar, Gorbea y Las Parinas".**

2.- En el punto "3.4 Actividad 4. Campaña de geofísica y geología" se señala que "*A partir de la información de referencia, obtenida de las cartas geológicas (escala 1:100.000) de las áreas Salar de Aguilar y Portezuelo de León Muerto (Naranjo y otros, 2013a), y del Salar de Pajonales y Cerro Moño (Naranjo y otros, 2013b) que se ilustran en la Figura 3-1, se deberá realizar una campaña geofísica, en las que mediante perfiles TEM se logre caracterizar los sectores con mayor potencial hidrogeológico, definidos por los materiales más permeables asociados a depósitos sedimentarios y también a depósitos ignimbríticos de baja consolidación con desarrollo de permeabilidad secundaria.*" Al respecto, se indica que se deben considerar sondajes para calibrar los perfiles TEM.

3.- En el punto "3.6 Actividad 6. Construcción y Puesta en Marcha de Pozos de Monitoreo", se señala "*Para el salar Gorbea, se deben construir dos pozos de monitoreo, asegurando un metraje total de 200 m de perforación. En principio se recomienda la construcción de 2 pozos de 100 m, sin embargo, según se verifique en los trabajos previos (Geología y Geofísica), se podría adecuar cumpliendo con el metraje total.*" Al respecto, se señala que en el caso de no encontrar nivel freático en los 200 m, se deberá continuar con la perforación hasta 10 m bajo el nivel freático.

En este mismo acápite, se señala también que *"Para las cuencas de los salares de mayor extensión superficial correspondientes a La Isla, Las Parinas y Aguilar, se deben construir 3 pozos de monitoreo, asegurando un metraje total de 300 m de perforación, entre todos los pozos construidos"*. Al respecto, se reitera que en el caso de no encontrar nivel freático en los 200 m, se deberá continuar con la perforación hasta 10 m bajo el nivel freático.

A su vez, se señala que *"Las dimensiones de los pozos deben permitir la realización de pruebas hidráulicas para estimar parámetros hidráulicos, por ejemplo, del tipo Lefranc (en suelo) o Lugeon (en roca) y una vez finalizada la habilitación de éstos, el desarrollo de pruebas tipo Slug Test."* Al respecto, se indica que el diámetro de los pozos debe permitir la introducción de una sonda para tomar muestras de calidad del agua subterránea tipo Bailer.

Además, se agrega que *"La ubicación de los pozos en cada sistema acuífero debe ser tal que permita que a futuro se pueda caracterizar en función de los datos que en éstos se midan (campañas de monitoreo de la Actividad 7 descrita más adelante), se debe considerar que en cada pozo interesará verificar la evolución histórica de niveles, calidad de aguas, así como el gradiente hidráulico. Se debe considerar la geología del medio, y la geofísica desarrollada, de manera de instalar los pozos de monitoreo en aquellos sectores de mayor interés hidrogeológico, asociado a materiales más permeables y de potencial acuífero."* Al respecto, se indica que para determinar el gradiente hidráulico es obligatorio contar con la coordenada altimétrica de la boca del pozo, la cual deberá obtenerse a partir de equipos GPS de alta precisión o similar.

Finalmente este acápite sostiene que *"Esta actividad debe ser finalizada mediante un reporte final a Codelco, que presente la información constructiva de cada pozo, señalando coordenadas finales, datum de referencia, elevación de terreno, altura del collar, información geotécnica obtenida durante la excavación, estratigrafía y habilitación del mismo"*. Al respecto, se indica que en el envío del reporte final se debe incluir a la DGA. Ello pues, dicha actividad no se debe transformar en una campaña de exploración de recursos hídricos subterráneos de Codelco.

4.- En el punto "3.7.3 Campaña de Calidad de Aguas" se señala que *"Asimismo, en las campañas de isotopía se realizará análisis hidroquímico de las aguas, tanto de los pozos como de los escurrimientos superficiales que se identifiquen"*. Al respecto, se indica que se deben especificar los parámetros a medir.

5.- En el punto "3.7.5 Campaña Meteorológica" se señala que *"Se deberá programar dos campañas meteorológicas por año en cada uno de los salares, la primera de ellas antes de iniciar la temporada invernal y la segunda después de la temporada invernal"*. Al respecto, no existe claridad si se refiere a campañas para ir a recuperar los datos meteorológicos recolectados por las estaciones ya instaladas, u otras. Por su parte, cada estación debe contar con *dataloggers* de capacidad de memoria suficiente para no perder datos entre una campaña de recuperación y la siguiente. Además, las estaciones deben considerar el suministro de energía eléctrica suficiente para mantenerse operativas permanentemente.

6.- En el punto "3.8 Actividad 8. Análisis Integrado de la Información" se señala *"Hidrogeología: Se debe generar un estudio que permita estimar la geometría del acuífero, en función de los estudios geofísicos y geológicos, además de definir unidades hidrogeológicas del sector y el análisis piezométrico, estimar direcciones de flujo subterráneo y gradientes hidráulicos"*. Al respecto, se indica que el estudio deberá determinar también zonas de recarga y descarga.

Este mismo punto también señala *"Resumen del Modelo Conceptual: Considera la integración de la información de todos los estudios específicos, de forma de describir el funcionamiento del sistema, junto con la determinación del balance hídrico actualizado de cada cuenca"*. Al respecto, este Servicio estima que no basta con un simple resumen, por lo que se sugiere acompañar el modelo conceptual en su totalidad.

7.- En el punto "3.10 Actividad 10: Desarrollo de información publicable" se señala *"Teniendo en consideración que toda la información que se genere en la investigación que se desarrolle, y que esta concluye en un informe, es pública, se debe incorporar*

dentro de las actividades la selección de la información parcial que pueda ser liberada y el diseño de la forma en la cual se pueda dar a conocer, de manera previa al informe final, para que Codelco la pueda publicar en una página web ad-hoc.". Al respecto, se indica que el párrafo es contradictorio, pues si toda la información generada es pública, no procede la selección de información a ser liberada.

8.- En el punto "5 PLAZOS Y ENTREGABLES" se señala "Para el desarrollo del presente estudio se considera un plazo de 6 años.". Al respecto, no queda claro cuándo se inicia este estudio.

### **III.- Minuta Complementaria H-04**

9.- En el punto "1 INTRODUCCION" se señala "La presente "Minuta Complementaria" tiene por objetivo presentar adecuaciones a las medidas que expusieron en el Anexo del Avenimiento de la Medida H-04..." Al respecto, no queda claro por qué no se ha refundido esto con los TDR de la medida H-04, vista en el acápite anterior de este documento.

10.- En el punto "2.2 Profundidad de pozos" se señala "Lo importante de señalar es que más que el número de pozos lo que interesa es el metraje total, de tal manera de optimizar las perforaciones.". Este Servicio considera que el número de pozos, su ubicación y su profundidad, son todas variables relevantes para lograr una adecuada caracterización del acuífero. Lo anterior, toda vez que un acuífero tiene la particularidad, dada su naturaleza subterránea, de no estar a la vista, por lo que se requiere de métodos indirectos para deducir sus propiedades, de los cuales uno de los más utilizados es la ejecución de sondajes, donde se caracterizan litológicamente las muestras de roca que se obtienen, y se ejecutan pruebas hidráulicas que permiten estimar las propiedades elásticas del acuífero (conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento principalmente).

11.- En el punto "2.5 Actualización de las Campañas Hidroquímicas" se señala que "En base a los antecedentes revisados, lo referido en el punto 2.1 y 2.2 de este documento, sobre la actualización del tamaño de las cuencas y la definición de la construcción de pozos en función del metraje en vez de pozos fijos de 100 metros, es que la cantidad de muestras a tomar quedará supeditada a la cantidad de pozos que finalmente se construyan en cada cuenca, siendo las campañas serán trimestrales". Al respecto, dada la redacción del párrafo transcrito, no queda del todo claro la medida que se está comprometiendo.

### **IV.- Medida EST-01 sobre "Estudio de Abundancia Potencial de Especies en Salar de Pedernales"**

12.- En el punto "4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS" se señala "FASE 3 – Estudios de campo y de imágenes satelitales: (...) 7. Cuerpos de agua: análisis de imágenes satelitales (NVWI) para determinar la superficie de los cuerpos de agua.". Al respecto, se debe indicar el nivel freático de pozos y punteras en el entorno del SVAHT en la fecha de las imágenes satelitales.

### **V.- Medida EST-02 sobre "Estudio de Seguimiento de Dinámicas Ecosistémicas de SVATH"**

13.- Sobre el punto "4.2.5 CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS", este Servicio indica que debe decir "agua superficial".

14.- Sobre el punto "4.2.7 CAUDAL", este Servicio estima que en dicha sección se deberán indicar los puntos de medición.

En este mismo punto, también se señala que "Se consideran 2 campañas anuales, en las temporadas de verano e invierno". Al respecto, se indica que considerando la variabilidad natural del caudal de cursos de agua superficial, no son suficientes 2 campañas anuales. Es del todo conveniente complementar con algún método de medición continua, del tipo Stilling Wells, o simplemente dejar un sensor de presión

tipo Diver o LevelTroll en las secciones de aforo, para calibrar así una curva de descarga y obtener la variabilidad del caudal.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,



OSCAR CRISTI MARFIL  
Director General de Aguas  
Ministerio de Obras Públicas

AMZ/ORS/MAC

**Distribución:**

- CDE
- Archivo DCPRH
- Archivo División Legal
- N° Proceso SSD.: 14873495