

Santiago, 08 de agosto de 2017



Señora  
**Marie Claude Plumer Bodin**  
Jefa de la División de Sanción y Cumplimiento  
Superintendencia del Medio Ambiente.  
Santiago

*Mat.: Complementa presentaciones de fecha 29 de mayo y 31 de junio de 2017 de KDM S.A.*

---

De nuestra consideración:

En mi calidad de representante legal de la sociedad **KDM S.A.**, titular del proyecto "**Relleno Sanitario Loma Los Colorados**", en el expediente del Procedimiento Sancionatorio **Rol D-020-2016**, respetuosamente digo:

Como es de su conocimiento, en el marco del procedimiento sancionatorio Rol D-020-2016, mi representada presentó un Programa de Cumplimiento (PdC), el cual fue aprobado mediante Resolución Exenta N° 7/ROL N° D-020-2016, de fecha 29 de agosto de 2016, notificada legalmente a mi representada con fecha 07 de septiembre de 2016, suspendiéndose por tanto dicho procedimiento.

Por medio de la presente, se solicita una ampliación del plazo de ejecución de las acciones 16.3, 16.4, 18.5 y 18.6 del PdC, conforme a los antecedentes que se exponen a continuación.

## **I. ANTECEDENTES**

### **1.1 Estado de Avance Programa de Cumplimiento.**

El PdC de KDM, comprende, entre otros contenidos, un Plan de Acciones y Metas que deberán implementarse para cumplir satisfactoriamente con la normativa ambiental, incluyendo las medidas adoptadas para reducir o eliminar los efectos negativos generados por el incumplimiento imputado a la empresa.

Este Plan en concreto contempla la ejecución de 60 acciones en total, las que se encuentran actualmente en proceso de implementación, dando cumplimiento a los plazos de ejecución establecidos para cada una.

El grado de avance de cumplimiento del PdC, ha sido acreditado a la División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente, mediante la entrega de los siguientes reportes junto con los medios de verificación apropiados:

- Reporte inicial, presentado con fecha 06 de octubre de 2016.
- 1º Reporte de Avance, presentado con fecha 16 de diciembre de 2016.
- 2º Reporte de Avance, acompañado con fecha 13 de marzo de 2017.
- 3º Reporte de Avance, de fecha 13 de junio de 2017.

Las acciones completamente ejecutadas a la fecha ascienden a 46, por lo cual, se puede afirmar que el PdC se encuentra en un **estado de avance del 75% aproximadamente**.

De las restantes acciones del PdC, existen 7 referidas a reforestación y 1 referida a la aprobación de pozos para recirculación de lixiviados, que se encuentran con grados de avance acorde a los plazos definidos en el instrumento; y 2 acciones referidas al Plan de Compensación de Emisiones de NOx, cuyos plazos se encuentran pendientes de acuerdo a lo comprometido.

Así las cosas, restan 4 acciones del PdC relativas a la presentación y aprobación de Declaraciones de Impacto Ambiental sobre Mejoras y Optimización del Sistema de Disposición de Riles y de la Cancha de Secado y Mono-relleno del RSLLC (Acciones 16.3, 16.4, 18.5 y 18.6), respecto de las cuales KDM ha requerido a esta Superintendencia una modificación en su contenido y plazo de ejecución, por medio de las presentaciones de fecha 29 de mayo y 31 de junio, ambas de 2017.

Cabe destacar que KDM ha dado cumplimiento a estas últimas acciones dentro de los plazos comprometidos en el PdC, presentando a tramitación las DIAs comprometidas en dos ocasiones. El segundo ingreso se realizó con fecha 18 de enero de 2017, fecha en la cual fueron acogidas a trámite ambas DIAs por el Servicio de Evaluación Ambiental de la Región Metropolitana. Sin embargo, con fecha 02 de marzo de 2017, el SEA puso término anticipado a los procedimientos de evaluación ambiental de los proyectos, en virtud de una serie de observaciones planteadas por los servicios con competencia ambiental, lo que dio origen a las solicitudes de modificación de acciones y ampliación de plazo ya citadas.

### **1.2 Presentaciones 29 de mayo y 31 de junio de 2017**

Mediante presentación de fecha 29 de mayo del presente, mi representada ha solicitado a esta División de Sanción y Cumplimiento la modificación y ampliación de plazo de las acciones 16.3, 16.4, 18.5 y 18.6 del PdC, relativas a la presentación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, de determinados proyectos para su evaluación y posterior aprobación, a saber:

- Proyecto "Modificación de Disposición de Riles Relleno Sanitario Loma Los Colorados", (acciones 16.3 y 16.4)
- Proyecto "Optimización de Cancha se Secado y Mono-relleno en Loma Los Colorados", (acciones 18.5 y 18.6)

Concretamente, se ha propuesto la presentación de una sola Declaración de Impacto Ambiental al SEIA, que comprenda tanto la optimización del Sistema de Tratamiento de RILES, como las modificaciones a la Cancha de Secado y del Mono-relleno, proyecto denominado

“Mejoras y Optimización del Sistema de Disposición de Riles y de la Cancha de Secado y Mono-relleno del Relleno Sanitario Loma Los Colorados”.

Lo anterior fundado en las observaciones planteadas por los servicios con competencia ambiental en el procedimiento de evaluación, los cuales cuestionaron el ingreso de dos DIAs, dado que ambos proyectos y las obras consideradas en ellos estarían relacionados, lo que podría derivar en una eventual infracción al artículo 11 bis de la Ley N°19.300. Tal idea de unificar los proyectos se vio confirmada en reuniones concertadas con cada uno de estos servicios, gestionadas por KDM.

Complementariamente, se solicitó el ajuste del plazo de ejecución de tales acciones, estableciéndose un plazo 216 días hábiles contados desde la aprobación del PdC, de manera tal de contar con un margen razonable para asistir a las reuniones con los servicios, recabando así la información necesaria para incorporar a la nueva DIA, para proceder luego a la unificación de las DIAs y la subsanación de las observaciones planteadas por los servicios.

También se consideró el plazo necesario para la ampliación de determinados estudios que forman parte de los antecedentes de la DIA, de acuerdo a los requerimientos efectuados por las autoridades, entre los cuales se encuentra el estudio de olores y de hidrogeología, los cuales actualmente se encuentran en proceso de desarrollo.

Posteriormente, con fecha 31 de junio, fue ingresada presentación complementaria a la de fecha 29 de mayo de 2017, con el fin de solicitar un nuevo plazo para la ejecución de las acciones 16.3 y 18.5, esta vez de 281 días hábiles para la presentación de la DIA del proyecto “Mejoras y Optimización del Sistema de Disposición de Riles y de la Cancha de Secado y Mono-relleno del Relleno Sanitario Loma Los Colorados”, contados desde la aprobación del PdC.

Tal requerimiento fue fundado en la necesidad de contar con 65 días adicionales previos al ingreso del mencionado proyecto al SEIA, para efectuar un proceso de Participación Ciudadana Anticipada (PCA), en atención a los conflictos socio-ambientales que han afectado a la comunidad de Til Til por los últimos proyectos aprobados en la comuna.

## II. NUEVAS CIRCUNSTANCIAS

### 2.1 Avances en estudios y tiempos de ejecución

Como fuera referido precedentemente, para la elaboración de la nueva DIA del proyecto “Mejoras y Optimización del Sistema de Disposición de Riles y de la Cancha de Secado y Mono-relleno del Relleno Sanitario Loma Los Colorados”, y de acuerdo a los requerimientos de los organismos con competencia ambiental, se hizo necesaria la ampliación de ciertos estudios en el RSLLC, entre los que destacan un estudio de olores y un análisis hidrológico e hidrogeológico, además de la realización del proceso de Participación Ciudadana Anticipada (PCA).



Para la ejecución de los estudios en cuestión y proceso de Participación Ciudadana Anticipada (PCA), se ha estimado una inversión total de **\$ 95.308.714 MM.**

Para acreditar lo antes indicado, se adjuntan a esta presentación los siguientes antecedentes, Propuesta Técnica-Económica Estudio Hidrológico e Hidrogeológico para DIA Proyecto "Optimización Sistema de Tratamiento de RILes, Cancha de Secado y Mono-relleno en Lomas Los Colorados", elaborado por ICASS Consultoría en Recursos Hídricos, Especificaciones Técnicas para la Construcción de Pozos elaborado por KDM S.A., presupuesto 061/2017, correspondiente a construcción de cuatro sondajes en RSLLC, y Orden de Compra N°3404474 dirigida a la empresa The Synergy Group SpA.

#### **Estudio de Olores:**

Dicho estudio comenzó a ejecutarse durante el mes de mayo de 2017, mediante la realización de una serie de muestreos de las principales fuentes emisoras presentes en el Relleno Sanitario Loma Los Colorados.

Para una adecuada medición de emisiones odoríferas se requieren ciertas condiciones ambientales específicas entre ellas, por ejemplo, ausencia de precipitaciones. Teniendo en consideración que el estudio se comenzó a ejecutar en época invernal, fue necesario en numerosas ocasiones modificar las fechas de los muestreos por las condiciones climáticas que impedirían contar con los escenarios adecuados para las correspondientes mediciones.

Las mediciones ya realizadas, han permitido evaluar la implementación de nuevas acciones, con el objeto de controlar las mayores fuentes generadoras de emisiones odoríferas.

Preliminarmente, en base a dichos muestreos, se estima que se adoptarán alguna de las siguientes medidas para la reducción de olores, en el contexto de la ejecución del proyecto de optimización del sistema de tratamiento de RILes y Monorrelleno:

- 1) Utilización de método de neutralización de olores a través de un sistema de aspersión perimetral orientado en dirección hacia los receptores sensibles, que permita reducir la emisión y controlar las mayores fuentes generadoras de olor.
- 2) Instalación de pantalla de protección como barrera física que permita generar un efecto de barrera y con ello controlar la dispersión de los olores de manera de reducir el potencial alcance odorante hacia los receptores más cercanos y/o
- 3) La disminución de las piscinas a niveles mínimos favoreciendo la reducción de la superficie expuesta acorde a su estructura física.

El plazo para la implementación de estas acciones de mitigación de olores y sus características técnicas específicas, serán definidos una vez que finalicen los estudios y modelación, lo que se estima que se verifique en el mes de octubre de 2017.

### **Estudio Hidrogeológico:**

Por su parte, el estudio hidrogeológico se encuentra en fase de ejecución, contemplando las actividades que se reflejan en la Carta Gantt que se acompaña, la cual contiene el programa del estudio hidrogeológico, junto con los tiempos de trabajos de terreno y los resultados respectivos.

El archivo contiene dos planillas, la primera de ellas comprende todas las actividades desde el inicio del proyecto hasta la entrega del estudio hidrogeológico, con sus fechas, incluyendo aquéllas que ya han sido realizadas y las que aún están pendientes de ejecución. La segunda sólo considera las fechas desde el inicio de la perforación de los pozos hasta la fecha de término del estudio.

Las principales acciones y plazos de este estudio son los siguientes:

- Perforación de los pozos: finalizaría el viernes 11 de agosto.
- Toma de muestra de agua: semana del 16 al 18 de agosto, considerando lenta recarga de pozos 8 y 9.
- Recepción de resultados de análisis químico del laboratorio por parte de la consultora ICASS: viernes 8 de septiembre.
- Finalización de estudio de análisis por parte de ICASS: viernes 13 de octubre.
- Revisión KDM: considera hasta el 20 de octubre.
- Revisión de observaciones por parte de ICASS y subsanación, de existir por parte de KDM.

Por tanto, se estima que el estudio hidrogeológico estará finalizado a fines del mes de octubre de 2017.

### **2.2 Suspensión PAC por contingencias en la comuna de Til Til**

En relación a la Participación Anticipada de la Comunidad (PAC) que se encuentra gestionando KDM de forma previa y voluntaria al proceso de Evaluación Ambiental de la DIA de "Mejoras y Optimización del Manejo de RILes, Cancha de Secado y Mono-relleno del RSLLC", informamos que ella se ha estado desarrollando de acuerdo a lo planificado, en lo que respecta al diseño de material y reuniones previas con la comunidad, todo dentro de los tiempos estimados para dichas actividades.

Sin embargo, las reuniones de la PAC han debido ser suspendidas durante las dos semanas recién pasadas, debido a las contingencias de público conocimiento que se han producido en la comuna de Til Til, las cuales desembocaron en la clausura de 31 edificaciones del Relleno Loma Los Colorados por parte del Alcalde de dicha Municipalidad, situación que impidió la celebración de reuniones con los vecinos del sector.

Se adjunta Carta Gantt que contiene programación de las próximas actividades de la PAC, con sus correspondientes fechas.

Se observa que tales actividades de participación ciudadana previas al ingreso de la DIA se extenderán hasta principios del mes de octubre aproximadamente.

### III. SOLICITUD

De acuerdo a lo expuesto, se estima que KDM S.A. requerirá de un plazo de **300 días hábiles**, contados desde la notificación de la Resolución Exenta N° 7/ROL N° D-020-2016, de fecha 29 de agosto de 2016, que dio aprobación del Programa de Cumplimiento de KDM S.A., para el ingreso de la DIA "Mejoras y Optimización del Sistema de Disposición de Riles y de la Cancha de Secado y Mono-relleno del Relleno Sanitario Loma Los Colorados", comprometida en las acciones 16.3 y 18.5.

Se debe tener en consideración, que la modificación del plazo de las acciones, no afecta en modo alguno la finalidad del PdC de cumplir satisfactoriamente la normativa ambiental aplicable y las Resoluciones de Calificación Ambiental que aplican al Relleno Sanitario Loma Los Colorados.

Por tanto, se solicita a Ud. la modificación del plazo concedido para la ejecución de las acciones 16.3, 16.4, 18.5 y 18.6 comprometidas en el Programa de Cumplimiento de KDM S.A., aprobado por Resolución Exenta N° 7/ROL N° D-020-2016, de fecha 29 de agosto de 2016, en los términos descritos.

Sin otro particular, le saluda atte.



GASTÓN BASTÍAS ROMÁN  
Gerente General  
KDM S.A

Se adjuntan a esta presentación los siguientes documentos:

- Propuesta Técnica-Económica Estudio Hidrológico e Hidrogeológico para DIA Proyecto “Optimización Sistema de Tratamiento de RILes, Cancha de Secado y Mono-relleno en Lomas Los Colorados”, elaborado por ICASS Consultoría en Recursos Hídricos.
- Especificaciones Técnicas para la Construcción de Pozos, elaborado por KDM S.A.
- Presupuesto 061/2017, Construcción de cuatro sondajes en RSLLC.
- Órdenes de Compra N° 3404474, N° 3404524 y N° 3404540, correspondientes a estudio de olores, y estudio hidrológico e hidrogeológico.
- Reportes diarios de Supervisión de Sondajes P192, de fechas 01 y 02 de agosto de 2017.
- Carta Gantt Estudio Hidrológico e Hidrogeológico.
- Carta Gantt Participación Anticipada de la Comunidad.



# **Estudio Hidrológico e Hidrogeológico para DIA Proyecto “Optimización Sistema de Tratamiento de RILes, Cancha de Secado y Mono-relleno en Lomas Los Colorados”**

## **Propuesta Técnica-Económica**

Cód. Propuesta: R306\_KDM\_LosColorados

Rev. 5

Fecha: 14-Junio-2017

Autores: Carolina Saavedra, Wolf von Igel, ICASS SpA

Cliente: KDM Tratamiento



Página en blanco



# Contenido

|          |  |                               |
|----------|--|-------------------------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN</b>  | <b>5</b>                      |
| 1.1      | GENERALIDADES  | 5                             |
| 1.2      | OBJETIVOS  | 5                             |
| 1.3      | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO                                     | 5                             |
| 1.4      | ANTECEDENTES   | 6                             |
| 1.5      | ALCANCE PROPUESTA TÉCNICA-ECONÓMICA                          | 6                             |
| <b>2</b> | <b>METODOLOGÍA</b>   | <b>7</b>                      |
| 2.1      | ESTUDIO DE ANTECEDENTES (ETAPA I)                            | 7                             |
| 2.1.1    | <i>Recopilación y revisión de antecedentes</i>               | 7                             |
| 2.1.2    | <i>Visita de terreno</i>                                     | 7                             |
| 2.1.3    | <i>Propuesta y preparación de trabajos de terreno</i>        | 7                             |
| 2.2      | TRABAJOS DE TERRENO  | 8                             |
| 2.2.1    | <i>Geofísica</i>   | 8                             |
| 2.2.2    | <i>Perforación de pozos de exploración</i>                   | 8                             |
| 2.2.3    | <i>Monitoreo de niveles y toma de muestras de agua</i>       | 8                             |
| 2.2.4    | <i>Informe de trabajos de terreno</i>                        | 9                             |
| 2.3      | ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO (ETAPA III)                           | 9                             |
| 2.3.1    | <i>Línea Base Hidrológica</i>                                | 9                             |
| 2.3.2    | <i>Línea Base Hidrogeológica</i>                             | 9                             |
| 2.3.3    | <i>Vulnerabilidad del Acuífero</i>                           | 9                             |
| 2.3.4    | <i>Plan de Monitoreo de Aguas Subterráneas</i>               | 10                            |
| 2.3.5    | <i>Plan de Contingencia y Sistema de Alerta Temprana</i>     | 10                            |
| 2.3.6    | <i>Informe Final</i>   | 10                            |
| <b>3</b> | <b>PLAN DE TRABAJO</b>                                       | <b>11</b>                     |
| <b>4</b> | <b>OFERTA ECONÓMICA Y PLAN DE PAGOS</b>                      | <b>13</b>                     |
| 4.1      | OFERTA ECONÓMICA   | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| 4.2      | PLAN DE PAGOS  | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| <b>5</b> | <b>CONDICIONES COMERCIALES</b>                               | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| 5.1      | CONTRATOS Y ÓRDENES DE COMPRA                                | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| 5.2      | ESTADOS DE PAGO Y FACTURACIÓN                                | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| 5.3      | CONFIDENCIALIDAD   | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| 5.4      | TRABAJOS ADICIONALES Y RETRASOS EN LA ENTREGA DE INFORMACIÓN | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |



Página en blanco



# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Generalidades

A través de POCH Ambiental S.A. se ha solicitado a ICASS SpA la preparación de la presente propuesta técnica-económica para KDM Tratamiento que prevé la realización de un estudio hidrológico e hidrogeológico para el Relleno Sanitario Lomas Los Colorados. Este estudio fue solicitado para subsanar las observaciones realizadas por el SEIA quien según las Resoluciones Exentas N°81 y N°82 del 02 de marzo del 2017 puso término a los procedimientos de evaluación ambiental de la empresa KDM respecto a las Declaraciones de Impacto Ambiental de los proyectos "Optimización de Canchas de Secado y Mono-relleno en Lomas Los Colorados" y "Optimización del Sistema de Tratamiento de RILes Relleno Sanitario Loma Los Colorados" de la empresa KDM presentadas por POCH Ambiental en el SEIA.

En un futuro cercano KDM volverá a presentar una DIA por un proyecto que contenga ambos proyectos citados previamente.

## 1.2 Objetivos

El objetivo de la presente propuesta técnica-económica es desarrollar una metodología, plan de trabajo, y la evaluación económica para realizar el estudio hidrológico e hidrogeológico en el sector del proyecto que permita dar respuesta a los requerimientos de la autoridad.

## 1.3 Descripción del Proyecto

El presente proyecto está situado en la Región Metropolitana de Santiago, provincia de Chacabuco, comuna de Tiltil, emplazado en las actuales instalaciones del Relleno Sanitario Loma Los Colorados (RSLLC). Los proyectos "Optimización de Canchas de Secado y Mono-relleno en Lomas Los Colorados" y "Optimización del Sistema de Tratamiento de RILes Relleno Sanitario Loma Los Colorados" presentados al SEA con anterioridad, serán presentados como uno solo.

Debido a las características del proyecto, se requiere la complementación del estudio hidrológico e hidrogeológico del sector para dar respuesta a una serie de observaciones realizadas por la autoridad (Ordinario N° 273 y 274 de la DGA), la cual radica fundamentalmente en la falta de información acerca de los recursos hídricos.



ICASS considera que se debe mejorar la caracterización para generar la línea de base hidrogeológica del sitio de estudio incorporando trabajos de terreno y complementarla con el análisis de Vulnerabilidad de Acuífero.

## **1.4 Antecedentes**

Dentro de los antecedentes existentes para la preparación de la presente propuesta, se encuentra el documento de la línea de base hidrogeológica y de calidad de agua presentado en las DIA, la resolución por parte del SEIA y la información recopilada para el desarrollo de la DIA. En especial, según las observaciones de la DGA, faltaría mejorar la información referida a la posible afectación de los recursos hídricos del proyecto, por lo que se pretende complementar la información ya existente con nuevos trabajos de terreno y estudios que permitan profundizar en la caracterización de los recursos hídricos subterráneos.

## **1.5 Alcance propuesta técnica-económica**

Para esta propuesta ICASS parte de la base que este proyecto ingresará mediante DIA, y supone que el diseño de ingeniería permite descartar cualquier eventual posibilidad de afectación al medio hídrico.

ICASS propone realizar un estudio de hidrología superficial y subterránea incluyendo trabajos de caracterización en terreno, incorporando la ejecución de geofísica, la construcción de cuatro pozos, la realización de ensayos hidráulicos y de la toma de muestras y el análisis en laboratorio de agua y suelos. Dicha información será analizada e interpretada en gabinete para lograr una caracterización que permite desarrollar una Línea de Base Hidrológica e Hidrogeológica.

En base a la caracterización hidrogeológica, se realizará la evaluación de la vulnerabilidad del acuífero para estimar qué tan susceptible es el acuífero en el sector a recibir y transmitir contaminantes de acuerdo a las características del suelo, la zona no saturada y el acuífero propiamente tal. Además, se desarrollará un Plan de Monitoreo para las aguas subterráneas durante la etapa de operación del proyecto. Finalmente, se incluye la generación de la información técnica para que POCH pueda desarrollar un Plan de Contingencia y un Sistema de Alerta Temprana.

## 2 METODOLOGÍA

La presente propuesta técnica involucra el trabajo de gabinete y los trabajos de terreno para la toma de datos complementarios para la caracterización del sector. A continuación se presenta un desglose de cada actividad a desarrollar.

### 2.1 Estudio de Antecedentes (Etapa I)

Esta corresponde a la primera etapa y se inicia una vez que ICASS SpA reciba la orden de compra.

#### 2.1.1 Recopilación y revisión de antecedentes

ICASS SpA posee los antecedentes hidrogeológicos recopilados para la elaboración del estudio de línea de base presentado en la DIA. De todos modos, se revisará nuevamente esta información poniendo énfasis en aquella que sea de interés para la estimación de la vulnerabilidad del acuífero.

#### 2.1.2 Visita de terreno

Una vez que se haya revisado la información recopilada en gabinete, se realizará una visita al sector con la finalidad de reunirse con el cliente para coordinar los trabajos y marcar los puntos de exploración de pozos propuestos.

Esta visita será realizada por el Hidrogeólogo Sr/Ingeniero (grado B), acompañado por el Hidrogeólogo Jr/Ingeniero (grado C). La visita a terreno de la localidad será informada y coordinada con el mandante, la cual tendrá una duración de un día.

Personal de ICASS contará con instrumentos de ubicación geográfica (GPS), cámara fotográfica y equipo para medición de niveles de agua subterránea.

#### 2.1.3 Propuesta y preparación de trabajos de terreno

En esta etapa se analizará la información existente y las observaciones realizadas en la visita a terreno que permitan la elaboración del estudio hidrogeológico. Además se definirán y planificarán los trabajos de terreno propuestos con las empresas respectivas.

En esta actividad se prepararán especificaciones técnicas para la investigación geofísica, la construcción de pozos, y se contactarán las empresas para solicitar cotizaciones de laboratorio y de empresas de perforación.



## **2.2 Trabajos de Terreno**

Finalizada la coordinación con el cliente y las empresas asociadas, se dará inicio a los trabajos de terreno. Se considerará que estos trabajos se ejecuten en un periodo de 10 días, durante los cuales se llevarían a cabo la construcción de los pozos de observación, la toma de muestras y mediciones.

A continuación, se describe la metodología a utilizar para las distintas actividades de terreno y la toma de los datos según el objetivo de cada una de ellas.

### **2.2.1 Geofísica**

Se prevé realizar trabajos de exploración geofísica con la finalidad de conocer la geometría del acuífero y la profundidad del basamento en el sector del proyecto. Para esto se propone preliminarmente utilizar la metodología de transiente electromagnética (o similar) con perfiles transversales a las quebradas.

Los resultados de la geofísica se obtendrían aproximadamente 10 días posterior a la ejecución de los trabajos de terreno.

### **2.2.2 Perforación de pozos de exploración**

En forma preliminar se prevé la construcción de cuatro pozos distribuidos en el entorno del proyecto y su finalidad es i.) obtener la estratigrafía de detalle de la zona, ii.) caracterizar las formaciones acuíferas, iii.) tomar medidas de niveles piezométricos, iv) estimar parámetros hidráulicos, v) tomar muestras de agua y, vi) generar la infraestructura que permita monitorear cantidad y calidad de recursos subterráneos. Estos pozos deberían quedar habilitados con PVC ciego y ranurado en un diámetro de 4” y su profundidad se estima del orden de 10 a 30 m cada uno, es decir unos 80 metros en total. La profundidad final de cada pozo debiera ser flexible para ajustarse a las condiciones hidrogeológicas encontradas durante la investigación.

Los ensayos hidráulicos recomendados en estos pozos corresponden a pruebas de airlift durante la perforación y en el fondo del pozo. Una vez construidos se evaluará la posibilidad de realizar pruebas de bombeo, slug test o de inyección.

La supervisión de la perforación de estos pozos se estima que dure 7-8 días. Durante este periodo ICASS SpA dispondrá de un hidrogeólogo de terreno para la supervisión de la perforación, ensayos hidráulicos, mapeo de las muestras de cutting, diseño de la habilitación, entre otras actividades.

### **2.2.3 Monitoreo de niveles y toma de muestras de agua**

Al finalizar la confección de los pozos, ICASS SpA realizará un levantamiento de niveles freáticos tanto en los pozos pre-existentes como en las nuevas prospecciones realizadas. Del mismo modo, se propone tomar muestras de agua para análisis químico en los nuevos puntos y en los ya existentes. Preliminarmente se



considera la toma de 8 muestras de agua en 1 día. En aquellos pozos que no cuentan con bomba, se prevé el uso de un bailer sin realizar una purga.

#### **2.2.4 Informe de trabajos de terreno**

Todos los trabajos realizados en la Etapa II y sus resultados serán recogidos en el Informe de Trabajos de Terreno.

### **2.3 Estudio Hidrogeológico (Etapa III)**

#### **2.3.1 Línea Base Hidrológica**

Se caracterizará la morfología de la cuenca en la cual se encuentra inserto el proyecto, para lo cual se trazarán los límites de la cuenca, la red de drenaje principal y los parámetros morfológicos, que son necesarios de identificar para aplicar metodologías de relaciones de precipitación escurrentía.

Se recopilarán todos los antecedentes hidrológicos y climatológicos existentes, tanto de estudios hidrológicos existentes en la zona, así como la estadística hidrológica de las estaciones hidrométricas cercanas a la zona de estudio de acceso público. Se proporcionarán los valores característicos de los parámetros que dan cuenta de la hidrología en la zona: precipitaciones, caudales y temperaturas.

#### **2.3.2 Línea Base Hidrogeológica**

La Línea Base Hidrogeológica es una descripción de la caracterización de la ocurrencia y funcionamiento de las aguas subterráneas, para lo cual se describen las unidades hidrogeológicas y sus parámetros hidráulicos, la piezometría, las componentes del balance hídrico y la calidad del agua. Esta descripción será realizada en base a la información generada en terreno y la información recopilada.

#### **2.3.3 Vulnerabilidad del Acuífero**

La Vulnerabilidad de Acuífero se estimará en lo posible utilizando la metodología BGR-modificado de acuerdo al “Manual para la Aplicación del Concepto de Vulnerabilidad de Acuíferos establecido en la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas D.S. N°46”, desarrollado por la DGA (2004). Esta metodología involucra una serie de parámetros para realizar el cálculo de vulnerabilidad. Algunos de estos parámetros serán obtenidos con los trabajos de terreno previstos, mientras que otros serán estimados en base a las tablas referenciales incluidas en el manual y/o valores bibliográficos.



#### **2.3.4 Plan de Monitoreo de Aguas Subterráneas**

El Plan de monitoreo consistirá en entregar al cliente un programa que considere los puntos apropiados para el monitoreo de la cantidad y calidad de agua y la periodicidad de éste, así como los parámetros que se deben controlar.

#### **2.3.5 Plan de Contingencia y Sistema de Alerta Temprana**

ICASS proporcionará los elementos técnicos para que POCH pueda preparar un Plan de Contingencia con las medidas y acciones asociadas a la ocurrencia de accidentes que afecten los recursos hídricos (superficiales y subterráneos). De igual forma ICASS proporcionará los elementos técnicos para que POCH pueda preparar un Sistema de Alerta Temprana con el propósito de detectar variaciones en calidad de aguas del acuífero que pudiesen ser atribuibles a la operación del proyecto.

#### **2.3.6 Informe Final**

El Informe Final contendrá la Línea de Base de Hidrología e Hidrogeología, la Evaluación de la Vulnerabilidad de Acuífero y un Plan de Monitoreo propuesto. Una vez entregado el informe final, el cliente deberá revisar el documento y levantar las observaciones pertinentes. En esta etapa se propone una reunión en Santiago o por videoconferencia para aclarar dudas con respecto al trabajo realizado. Posterior a esto, ICASS emitirá el informe en su versión definitiva correspondiente (Rev.0)



### 3 PLAN DE TRABAJO

El servicio tendrá una duración de aproximadamente 4 meses (16 semanas) para la elaboración del Estudio Hidrológico e Hidrogeológico (Tabla 3-1).

Una vez iniciado el servicio, se prevé un tiempo de 1 semana para recopilar y analizar antecedentes. Posterior a esto se coordinará la reunión de inicio del proyecto junto a una visita en terreno para reconocimiento del área de estudio y planteamiento de las actividades de terreno a desarrollar, esta visita a terreno se desarrollaría en un día de trabajo.

Posterior a la visita a terreno, se revisará la información obtenida y se planificarán los trabajos de terreno de perforación de pozos y geofísica. Se realizarán las coordinaciones con las empresas ejecutoras de las actividades y sus contratos respectivos. Los trabajos de terreno por parte de ICASS tendrán una duración estimada de 8 a diez días para la supervisión de los pozos y un día para el monitoreo de niveles y toma de muestras de agua. Éstos serán realizados por un Ingeniero o Geólogo grado C con experiencia en trabajos de terreno. La fecha de ejecución de los trabajos dependerá de la disponibilidad de las empresas contratistas para la fecha que se dé inicio a este proyecto.

Una vez finalizados los trabajos de terreno se confeccionará el Informe de Trabajos de Terreno. Este documento será enviado al cliente en Rev B para sus comentarios y observaciones, contra los cuales se emitirá una versión final (Informe Trabajos de Terreno Rev.0) que incluirá los resultados de laboratorio.

El análisis hidrogeológico resultará en la redacción del Informe Final en su Rev B que será enviado al cliente en la semana 16 para sus comentarios y observaciones. Finalmente ICASS emitirá la versión definitiva del estudio (Rev.0).



Tabla 3-1. Programa de trabajo estimado

| Ítem     | Actividad   | Tiempo (semanas) |             |             |             |             |             |             |             |             |              |              |              |              |              |              |              |
|----------|---|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|          |   | 30-jun<br>1      | 07-jul<br>2 | 14-jul<br>3 | 21-jul<br>4 | 28-jul<br>5 | 04-ago<br>6 | 11-ago<br>7 | 18-ago<br>8 | 25-ago<br>9 | 01-sep<br>10 | 08-sep<br>11 | 15-sep<br>12 | 22-sep<br>13 | 29-sep<br>14 | 06-oct<br>15 | 13-oct<br>16 |
| <b>1</b> | <b>Etapas I: Estudio de Antecedentes</b>                                  |                  |             |             |             |             |             |             |             |             |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.1      | Recopilación y Revisión de Antecedentes                                   | ■                |             |             |             |             |             |             |             |             |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.2      | Visita a Terreno, caracterización superficie, monitoreo de niveles        | ■                |             |             |             |             |             |             |             |             |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.3      | Análisis de datos y Preparación terreno                                   |                  | ■           | ■           | ■           | ■           |             |             |             |             |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>2</b> | <b>Etapas II: Trabajos de Terreno y resultados</b>                        |                  |             |             |             |             |             |             |             |             |              |              |              |              |              |              |              |
| 2.1      | Geofísica   |                  | ■           | ■           | ■           | ■           | ■           |             |             |             |              |              |              |              |              |              |              |
| 2.2      | Informe de resultados geofísica   |                  |             | ■           | ■           | ■           | ■           | ■           | ■           |             |              |              |              |              |              |              |              |
| 2.3      | Construcción de pozos   |                  |             |             |             |             | ■           | ■           | ■           |             |              |              |              |              |              |              |              |
| 2.5      | Monitoreo de Niveles y muestras de agua                                   |                  |             |             |             |             |             | ■           | ■           | ■           |              |              |              |              |              |              |              |
| 2.6      | Resultados laboratorio  |                  |             |             |             |             |             | ■           | ■           | ■           | ■            | ■            | ■            |              |              |              |              |
| 2.7      | Informe trabajos de terreno   |                  |             |             |             |             |             | ■           | ■           | P1          |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>3</b> | <b>Etapas III: Estudio Hidrogeológico y de Vulnerabilidad de Acuífero</b> |                  |             |             |             |             |             |             |             |             |              |              |              |              |              |              |              |
| 3.1      | Línea Base Hidrológica  |                  |             |             |             | ■           | ■           | ■           | ■           |             |              |              |              |              |              |              |              |
| 3.2      | Línea Base Hidrogeológica   |                  |             |             |             |             |             |             |             | ■           | ■            | ■            | ■            | ■            | ■            | ■            |              |
| 3.3      | Vulnerabilidad de Acuífero  |                  |             |             |             |             |             |             |             |             |              |              | ■            | ■            | ■            | ■            |              |
| 3.4      | Plan de Monitoreo   |                  |             |             |             |             |             |             |             |             |              |              |              |              |              |              |              |
| 3.5      | Plan de Contingencia y Sistema Alerta Temprana                            |                  |             |             |             |             |             |             |             |             |              |              |              |              |              |              | ■            |
| 3.6      | Informe Final   |                  |             |             |             |             |             |             |             |             |              |              |              |              |              |              | P2           |

P1: Informe trabajos de terreno

P2: Informe Final (Línea Base Hidrogeológica, Vulnerabilidad y Plan de Monitoreo)

Las fechas mencionadas en la carta gantt corresponden a los días viernes del fin de la semana respectiva

El estudio hidrogeológico por parte de ICASS será entregado a KDM el día viernes 13 de octubre de 2017, para su revisión y aprobación. KDM deberá considerar 5 días para respuestas por parte de ICASS una vez que ICASS reciba las observaciones de KDM.



## 4 OFERTA ECONÓMICA

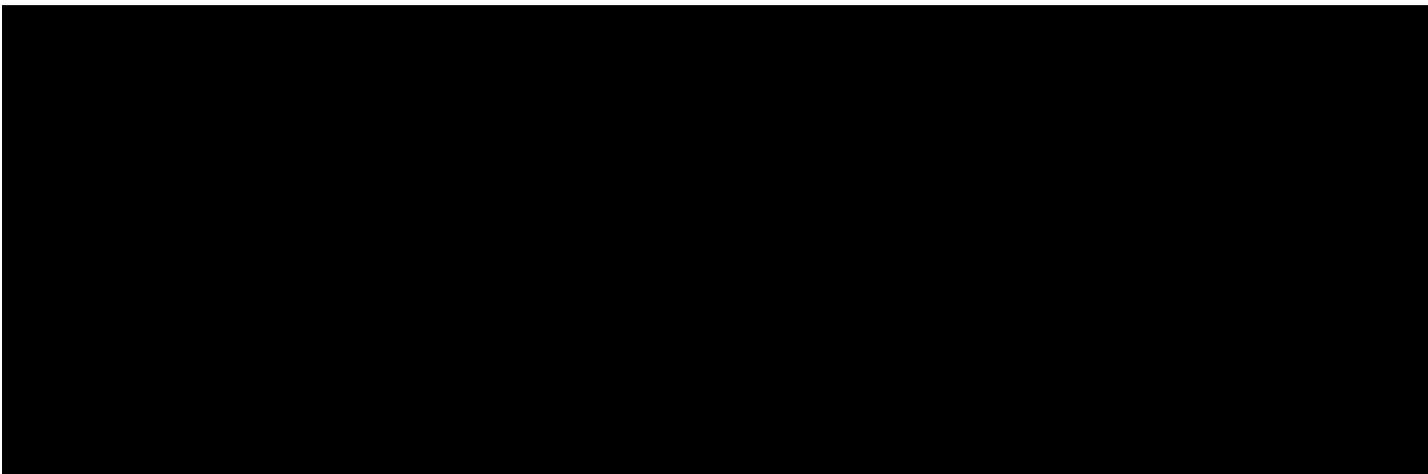
|            |
|------------|
| [REDACTED] |

### [REDACTED]

| Item | Descripción   | Total [UF] |
|------|---------------|------------|
| I    | HH [REDACTED] | [REDACTED] |
|      | [REDACTED]    | [REDACTED] |
|      | [REDACTED]    | [REDACTED] |

[REDACTED] 2 Presupuesto de geofísica y laboratorios afectos a IVA

| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] [UF] |
|------------|------------|-----------------|
| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED]      |



[Redacted text block]



# **Especificaciones Técnicas para Construcción de Pozos**

**Prospecciones Hidrogeológicas en el sector del  
Relleno Sanitario Loma Los Colorados (RSLLC), KDM**

**Rev. B**

Cód. Proyecto: P192\_KDM\_LosColorados

## Contenido

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUCCIÓN.....                              | 3  |
| 1.1   | Objetivos .....                                | 3  |
| 1.2   | Ubicación.....                                 | 3  |
| 2     | Diseño de los Pozos de exploración .....       | 5  |
| 2.1   | Perforación .....                              | 6  |
| 2.1.1 | Controles y Supervisión.....                   | 9  |
| 2.2   | Habilitación .....                             | 9  |
| 2.3   | Desinfección y Desarrollo.....                 | 10 |
| 2.4   | Sello de terminación y Machón de anclaje ..... | 11 |
| 3     | Cotización de Servicio de Perforación.....     | 12 |

# 1 INTRODUCCIÓN

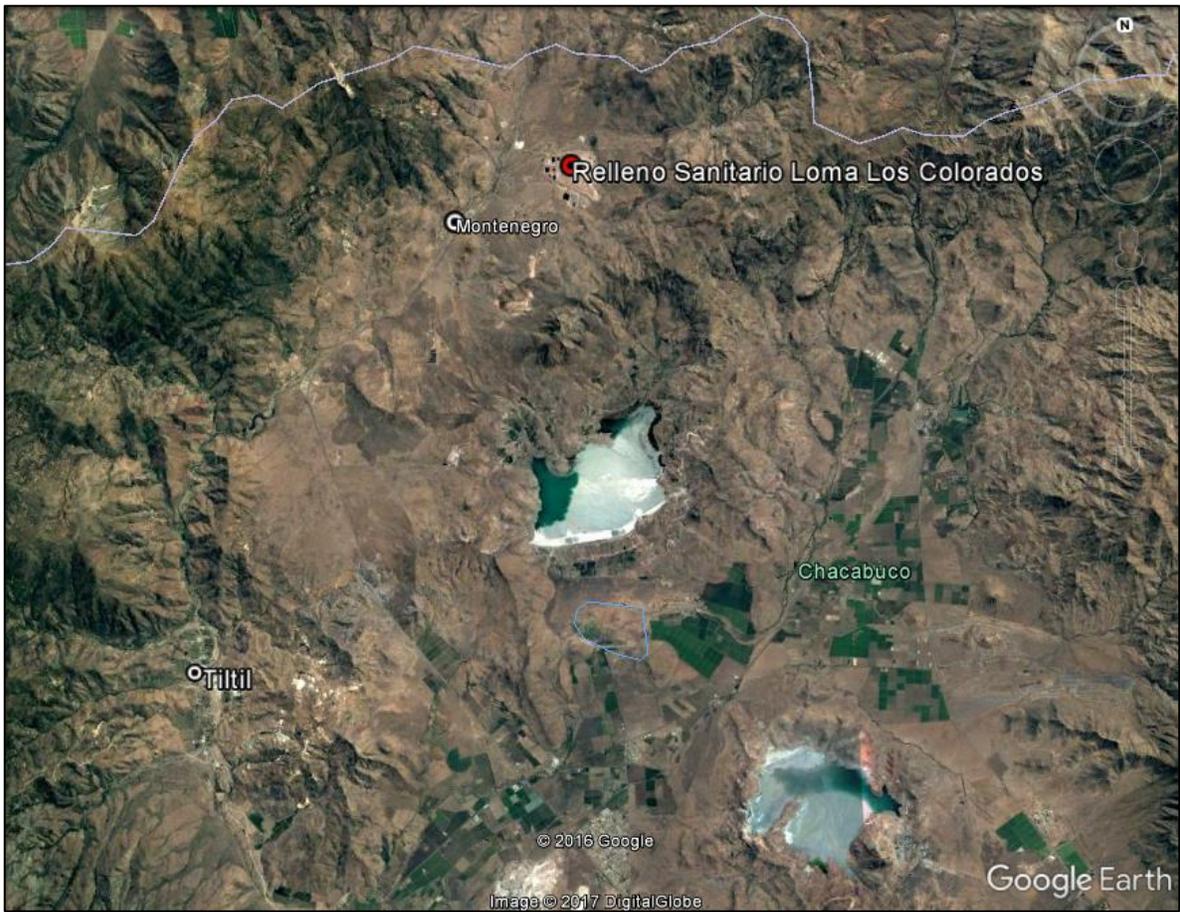
La empresa KDM, ha solicitado a ICASS SpA la realización de un estudio hidrogeológico en el sector del Mono-relleno Los Colorados, que permita reconocer y caracterizar las unidades hidrogeológicas del sitio de estudio, con la finalidad de evaluar posibles afecciones del proyecto a las aguas subterráneas.

## 1.1 Objetivos

El objetivo principal de este documento es entregarle a KDM las especificaciones técnicas de la construcción de los pozos de exploración y monitoreo que se deberán construir en el entorno del proyecto, que además servirán como base de la licitación de este servicio para las empresas perforistas.

## 1.2 Ubicación

El Proyecto se ubica en la Región Metropolitana de Santiago, provincia de Chacabuco, comuna de Til Til, emplazado en las actuales instalaciones del Relleno Sanitario Loma Los Colorados (RSLLC). Este último, se encuentra ubicado específicamente en el kilómetro 65 de la Ruta 5 Norte, 3 km al norte del pueblo de Montenegro, en el fundo Las Bateas. La ubicación regional del proyecto se presenta en la Figura 1-1.



**Figura 1-1. Ubicación Relleno Sanitario**

## 2 DISEÑO DE LOS POZOS DE EXPLORACIÓN

Se propone construir cuatro pozos de exploración con la finalidad de conocer el perfil estratigráfico y características hidrogeológicas del sitio, así como para calibrar el modelo geofísico. Estos pozos deberían llegar al basamento hidrogeológico y atravesar todo el espesor saturado para conocer las distintas unidades hidrogeológicas del sector. La ubicación referencial de estos pozos se presenta en la Figura 2-1. Sin embargo, ésta podrá ser modificada en base a los resultados de la revisión detallada de antecedentes o por indicaciones del cliente.

La perforación deberá ser realizada con método de aire reverso con tricono y se irá recolectando muestras del material atravesado cada 1 m para caracterizar con mayor detalle la estratigrafía del sector. Además, se deben realizar pruebas de airlift al final de cada barra (6 m), una vez alcanzada la zona saturada.

Estos pozos deberán quedar habilitados con tubería de PVC de 4" ya que constituirán parte de la red de monitoreo de niveles y calidad de agua subterránea comprometida con la autoridad. El diámetro de habilitación fue definido para facilitar la toma de las muestras de agua en campañas posteriores.

Estos pozos serán perforados con supervisión de un Geólogo-Hidrogeólogo (en adelante la Inspección Técnica o ITO) que describirá las muestras de cutting y definirá medidas y ensayos a realizar durante la construcción.

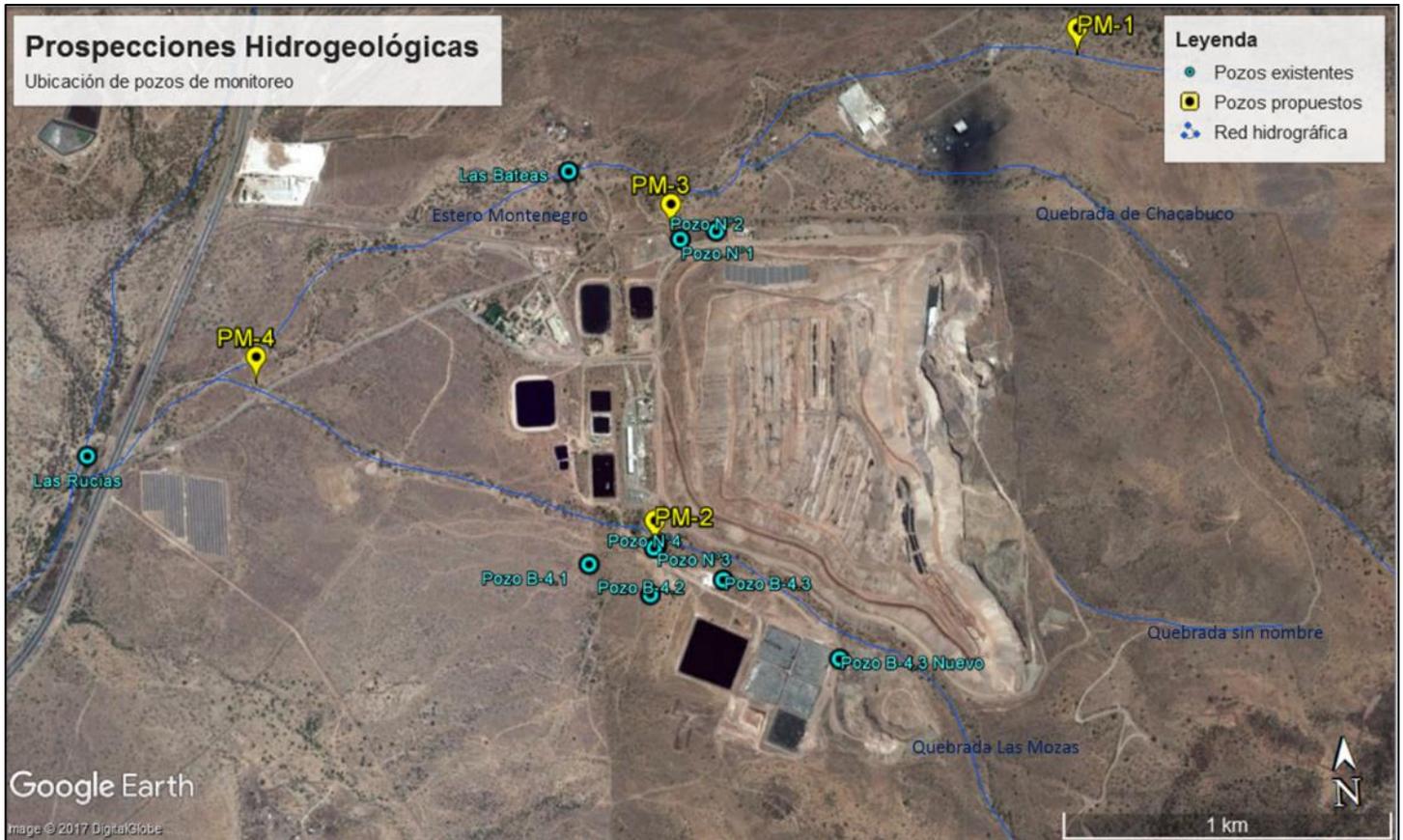


Figura 2-1 Ubicación preliminar pozos de monitoreo

## 2.1 Perforación

**Método de Perforación:** Se recomienda una perforación de 5 ½" de diámetro o similar. Este pozo debería ser perforado con método rotoperforación, en sistema de aire reverso, sin inyección de agua hasta llegar a la humedad y luego con la misma agua del pozo una vez que se entre en la zona saturada.

En este pozo se obtendrá el perfil hidrogeológico en profundidad cuantificando los caudales de airlift a medida que se va perforando y con esta información se definirá el esquema de habilitación. Posteriormente este pozo guía sería ensanchado a 8" o similar para construir el pozo de monitoreo.

En caso que la empresa perforista proponga otro método de perforación, deberá asegurar que sea posible la medición de caudales mediante pruebas de airlift y la recolección de muestras de

cutting representativas y de buena calidad. Del mismo modo, el perforista deberá evitar la contaminación de las muestras por derrumbes de la sobrecarga.

**Profundidad:** La profundidad del pozo deberá ser coincidente con la aparición del basamento hidrogeológico. Se estima una profundidad preliminar que podría variar entre 15 y 40 m. La profundidad final de cada pozo será definida en terreno de acuerdo a las observaciones que realice la Inspección Técnica.

**Diámetros:** El diámetro de perforación podrá variar entre 5 1/2", 5 3/4", o 5 7/8" y deberá quedar ensanchado a 7 3/4", 7 7/8" o similar, para posteriormente bajar la tubería de habilitación de 4" y realizar el empaque de grava en el espacio anular.

**Toma de muestras:** Todo el material proveniente de la perforación, será muestreado rutinariamente en su totalidad en tramos consecutivos de 1 metro. La perforación del sondaje y muestreo requerirá de los siguientes elementos y herramientas necesarios para la ejecución del trabajo:

1. Ciclón colector de muestra RC.
2. Cuarteador normal.
3. Bandejas metálicas para la recepción de muestra desde el cuarteador.
4. Bolsas plásticas para muestra.
5. Balanza digital con capacidad para 100 Kg.
6. Plumones indelebles color negro para rotulado de bolsas y corchetera para sellado de bolsas con la muestra.
7. Cajas de cutting tipo y elementos para preparación de cutting (cuchara, colador)

El 100% de la muestra obtenida para el metro perforado será vaciada en su totalidad sobre un cuarteador. Esta muestra equivalente debe ser cuarteada para su división en 2 muestras equivalentes (Primer Cuarteo), de una de las cuales se tomará una muestra que deberá ser almacenada en una bolsa de plástico y pesada en la balanza digital, registrando este peso en la Hoja Control de Peso Muestras. Esta muestra será sellada, etiquetada y almacenada como "rechazo de terreno" en un lugar dentro de la plataforma definido para este efecto.

La segunda muestra, se vaciará completa y directamente desde la bandeja metálica al cuarteador donde deberá ser homogeneizada y cuarteada nuevamente (Segundo Cuarteo). Se produce así una segunda división de la muestra, una de las cuales será eliminada y vaciada en la plataforma, mientras que la segunda será utilizada para el muestreo de cutting de mapeo. De la fracción restante (vaciada en plataforma) se podrá obtener una muestra para análisis granulométrico en laboratorio en caso de ser solicitado previamente por el Geólogo-Hidrogeólogo en terreno.

Las muestras del pozo (cuttings) que se utilizarán para la descripción geológica se obtendrán del segundo cuarteo, posicionando un colador bajo el flujo de muestra que cae hacia las bandejas hasta obtener una cantidad de muestra suficiente. Esta muestra será dividida en dos, en donde una parte se lavará (eliminando el máximo de finos) y se guardará sólo la fracción gruesa en uno de cada espacio en las cajas de plástico especiales, mientras que la otra será directamente guardada en el segundo espacio de la caja de plástico. En la caja plástica se escribirá con plumones indelebles de color negro el nombre del proyecto, número de sondaje, metraje de perforación y fecha de perforación, tanto en la cara principal de la caja como en el borde externo. Las cajas de cutting deben quedar bien protegidas de caídas o pérdidas.

**Ensayos hidráulicos:** Durante la perforación del pozo de exploración, se realizarán las pruebas hidráulicas (airlift) en intervalos que definirá la Inspección Técnica, con el objetivo de determinar las zonas de aporte. El éxito de la realización de estas pruebas dependerá del alumbramiento de agua y de la profundidad del nivel de agua que condiciona la sumergencia de la línea de aire. Cada prueba será supervisada por la Inspección Técnica, quien dará las instrucciones al supervisor de perforaciones.

Las pruebas de airlift consistirán en la inyección continua de aire comprimido para levantar un volumen de agua el cual será transportado a través del manguerote hasta el ciclón y será medido realizando un aforo volumétrico y controlando el tiempo de llenado de un recipiente previamente graduado y que tendrá que tener una capacidad mínima de 60 lts. Se realizarán tres mediciones de tiempo y volumen para obtener un promedio con el que se calculará el caudal, además de ir midiendo parámetros fisicoquímicos tales como pH, Conductividad Eléctrica, Total de sólidos disueltos y Temperatura. Se proponen dos tipos de pruebas de airlift:

- Airlift durante la perforación: Estas pruebas deberán ser realizadas una vez que se perfora con agua del pozo y al finalizar cada barra de perforación, levantando aproximadamente la herramienta dos metros del fondo actual perforado, inyectando aire y cuantificando el tiempo 3 veces cada 5 min. La duración de esta prueba se estima de unos 15 a 20 min por barra.
- Airlift final: Se deberá realizar una prueba en el fondo final del pozo, levantando la herramienta unos 3 metros por sobre éste. La inyección de aire será continua por un periodo no menor a 1 hr o hasta cuando los parámetros fisicoquímicos medidos in situ se estabilicen. Posterior al airlift final, se deberá medir la recuperación del nivel de agua con un pozómetro durante aproximadamente 1 hr o hasta alcanzar el 95% del nivel inicial.

**Uso de polímeros:** En la perforación no se podrá utilizar ningún tipo de lodos o polímeros bentoníticos, ya que podrían impermeabilizar los medios porosos y/o las fracturas, impermeabilizando las paredes del sondeo y evitando el ingreso de agua subterránea a éste. En este sentido, de ser necesario, se podrá utilizar polímeros o espumantes biodegradables, los cuales deberán ser eliminados al final de la perforación mediante reactivos químicos adecuados. Los aditivos y reactivos químicos que se utilizará en la perforación deberán ser aprobados por la

Inspección Técnica antes del inicio de los trabajos de perforación y en lo posible indicarlos en la propuesta. En el caso particular de este proyecto, infiriendo que la perforación se realizará en depósitos semi y no consolidados, los aditivos que se deberían utilizar serían principalmente para ayudar a perforar aquellos tramos con altos contenidos de arcilla (inhibidores) y aquellos tramos arenosos y/o gravosos que pudiesen derrumbarse.

### **2.1.1 Controles y Supervisión**

Durante la perforación de los pozos, es necesario contar con una serie de controles que permitan obtener datos de buena calidad y además procurar la correcta ejecución de las perforaciones. Por este motivo se sugiere lo siguiente:

*Libro de Obra:* Junto a la máquina debe haber un Libro de Obra estándar donde se anotarán las instrucciones especiales y las discrepancias entre el supervisor y el jefe de turno de la empresa perforadora.

*Controles:* Durante este trabajo, se deberá controlar la operación del sondaje, la profundidad y la velocidad de perforación por barra, nivel del agua, cantidad de aditivo y el material perforado. Además se llevará un control de las mantenciones y paradas por desperfectos.

*Reportes diarios:* La empresa perforista deberá contar con una planilla de registro diario donde se anotará el avance de perforación, tiempos y profundidades, y los cambios de la herramienta de perforación. Se anotará además el inicio y término de cada sección de la tubería de perforación, y la marca de tiempo a cada barra o tramo de 6 metros de avance. La hoja de perforación deberá distinguir claramente entre el tiempo real de perforación y el tiempo destinado a otras tareas realizadas en el equipo de perforación. El registro deberá ser actualizado y mantenido en buenas condiciones durante toda la operación.

El perforista deberá presentar al final de cada jornada el registro a la Supervisión Técnica, quien es encargada de validar la información escrita por el contratista y firmar este documento como respaldo para futuras discrepancias y/o elaboración de estados de pago. Este documento se elaborará en papel triplicado para dejar dos copias con la Supervisión Técnica y una para el perforista.

## **2.2 Habilitación**

La habilitación de los pozos deberá realizarse con tubería de PVC Schedule 80 de 4" en tiras de 3 m ciega y ranurada Slot 40. La zona anular entre unos 5 - 10 m sobre el primer ranurado y la pared del pozo quedará con empaque de gravilla seleccionada, sobre ésta se podrá rellenar con cemento-bentonita o similar. Con la información estratigráfica también se podrá proponer la confección de otros sellos que permitan separar distintos acuíferos en caso de ser necesario y de acuerdo a las indicaciones que entregue el Geólogo-Hidrogeólogo en terreno. La empresa

perforista deberá dejar un alto de tubería sobre el nivel del terreno de 80 cm y una cañería de acero que proteja el PVC.

El diseño de habilitación será definido por la Inspección Técnica en terreno de acuerdo a la estratigrafía obtenida durante la perforación. Se estima que la relación de tubería de habilitación sea de aprox. 60 % ciega y 40% ranurada.

El engravillado debe realizarse con tubería tremmie o similar desde el fondo del pozo y la gravilla debe ser bien seleccionada, bien redondeada, sílicea e inerte de 2-5 mm de diámetro. La estabilidad del empaque de grava será por su propio peso, sin embargo, el sello de terminación o sanitario se deberá colocar de acuerdo a lo indicado en el punto 2.4.

### **2.3 Desinfección y Desarrollo**

Una vez finalizada la habilitación y previo a la extracción del equipo y ejecución del sello sanitario y brocal del pozo, se realizará la desinfección mediante hipoclorito de sodio o calcio en caso de haber utilizado aditivos.

Para la dosificación de hipoclorito se tendrá en cuenta que cada litro de solución al 1% es suficiente para desinfectar alrededor de 400 litros de agua. La desinfección debe ser hecha de forma tal, que garantice un residual de un 50 ppm de cloro libre en el agua, durante un periodo mínimo de 24 hrs. La aplicación del compuesto químico debe hacerse de manera que asegure un contacto directo entre el desinfectante y cada una de las partes del sistema pozo bomba.

La colocación de la solución deberá realizarse desde el fondo para obtener una concentración uniforme en el pozo. Posteriormente, el agua deberá ser evacuada al menos por 15 minutos.

Se recomienda posterior a la desinfección con hipoclorito, realizar un desarrollo del pozo en cada tramo de criba. Para esto se requiere alguna herramienta tipo swab, jet, o rodwiper que inyecte agua a presión en las ranuras por dentro de la tubería de PVC y de este modo remover los materiales finos que puedan estar taponeando la entrada de agua, además este procedimiento permite acomodar el empaque de grava. La limpieza del tramo ranurado debe ser realizada desde arriba hacia abajo inyectando agua en cada tramo ranurado hasta que retorne agua limpia. Se considerará agua limpia aquella que contenga menos de 1 mg/l de finos de acuerdo a la medición realizada con el Cono Imhoff. Una vez limpiado el último tramo ranurado, es decir el de más abajo, se colocará la herramienta unos 2 metros sobre el fondo del pozo y se soplará nuevamente para remover el embanque que se haya acumulado. La duración dependerá de la cantidad de finos que tenga el agua.

## 2.4 Sello de terminación y Machón de anclaje

Para realizar el sello de terminación se debe dejar parte de un casing de perforación al interior del pozo y colocar un sello de cemento bentonita en el espacio anular entre éste último y la cañería de habilitación, esto permitirá que no ingresen aguas meteóricas al pozo. El espesor final del sello sanitario será definido por la Inspección Técnica según las condiciones del terreno y la profundidad del acuífero.

Una vez colocado el sello de terminación o sanitario, se construirá un brocal de hormigón clase H15 de 1 m<sup>2</sup> y 0,30 m de espesor mínimo, sobre el sello sanitario.

Una vez finalizada a conformidad estas faenas, se procederá a sellar el sondaje mediante una tapa gorro de acero, con pasador y candado de buena calidad de fabricación nacional, cuyas llaves deberán ser entregadas a la ITO al momento de la recepción provisoria de la obra.

Cada pozo deberá quedar claramente identificado con una placa según la nomenclatura que entregue la ITO.



Santiago, 27 julio de 2017  
Nº 088/2017

Señor  
Óscar González.  
Presente

Ref.: Presupuesto 061/2017 Construcción de cuatro sondajes en RSLLC.

De nuestra consideración;

De acuerdo a lo solicitado, adjunto nuestro presupuesto por serie de precios unitarios por la construcción de dos pozos en RSLLC, en predio de su propiedad.

El presupuesto se presenta por método de **rotopercusión**.

#### 1.- Alcances del Trabajo

Se perforarán cuatro pozos con equipo de rotopercusión, la perforación será suficiente para habilitar cada pozo con cañería de 4" de diámetro nominal de PVC Sch. 80 ciega y ranurada. Se estima que la profundidad de cada sondaje será de 25 m.

Los pozos se construirán en el predio de propiedad del cliente. No se considera la preparación de accesos a los puntos de perforación ya que los existentes son suficientes.

#### 2.- Equipo y Materiales.

Será de cargo de POZOS PROFUNDOS S.A. la provisión del equipo de perforación con sus herramientas, combustible, lubricantes, personal calificado, movilización y todo aquello necesario para la correcta ejecución de la obra.

#### 3.- Aportes del Cliente

Será de cargo y costo del cliente la habilitación y preparación de accesos, un área adecuada para la instalación del equipo de perforación y construcción de los pozos, todos los derechos de paso y permisos de todo tipo que sean necesarios para la ejecución de la obra.

#### 4.- Presupuesto

La obra se ejecutará bajo la modalidad de serie de precios unitarios. El monto total de la obra se calculará según los precios unitarios cotizados y de acuerdo a la obra



efectivamente ejecutada. En página anexa se incluye precios unitarios y cantidad de obra estimada.

**5.- Plazo de Inicio**

Disponibilidad inmediata.

**6.- Plazo de Ejecución**

La construcción de cada pozo de 25 m de profundidad por el método de rotopercusión tiene un plazo estimado de 3 días.

**7.- Condiciones Comerciales**

60 días desde confirmación de inicio de obras.

**8.- Validez de la Oferta**

10 días salvo venta previa.

En la página siguiente se anexa el presupuesto, con precios unitarios y cantidad de obra estimada.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,

POZOS PROFUNDOS S.A  
Edwin Wahr Daniel



**PRESUPUESTO 061/2017**  
**Construcción de cuatro sondajes en RSLLC, KDM.**  
**Sr. Óscar González.**  
**Santiago, 27 de Julio 2017**

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |



KDM S.A.

Ciudad : Santiago

Numero : 3404474

Pagina : 1 / 1

Fecha : 23/06/2017

### ORDEN DE COMPRA

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| RUT: [REDACTED]                                | Forma de Pago: SEGUN DETALLE O/C |
| Nombre: THE SYNERGY GROUP SPA                  | Puesto en: Alcalde Guzman 0180   |
| Dirección: AMERICO VESPUCIO Nro: 2760 CONCHALI | Entrega: SEGUN O/C               |
| Tel: [REDACTED]                                | Moneda: UF Cotiz:                |
| Contacto: JESSICA MORALES                      | Solicitado por: SERGIO HERRERA   |

Agradecemos a Ud.(es) despachar por nuestra cuenta las mercaderías que a continuación se detallan:

| Cantidad Uni. | Descripción del Producto  | Nro. de Parte | Pre. Lista | Pre. Neto  | Total Neto |
|---------------|---|---------------|------------|------------|------------|
| 1.00          | LEVANTAMIENTO EMISION ODORANTE<br>PILAS DE LODOS Y CAMINOS.<br>CORRESPONDIENTE A MUESTREO 7 DIAS<br>CORRESPONDIENTE A 212 MUESTRAS,<br>COMENZANDO EL DIA 4 DE MAYO DE ACUERDO<br>A ORDEN 5210-B.<br>SEGUN COTIZACION N°5210-B 170622<br>FORMA DE PAGO: O/COMPRA PREVIO AL<br>INICIO Y PAGO 100% PREVIO A LA<br>ENTREGA DE REPORTE FINAL.<br>SE UTILIZA VALOR UF AL DIA 23/06/17<br>\$26.658,87, SOLO COMO REFERENCIA<br>PARA REALIZAR ORDEN DE COMPRA.- |               | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |

|            |            |            |            |                |            |
|------------|------------|------------|------------|----------------|------------|
| Sub-Total  | Descuentos | Total Neto | I.V.A. 19% | Imp. Especific | Total      |
| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED]     | [REDACTED] |

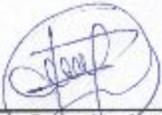
Observaciones

SOLICITADO PARA RELLENO SANITARIO LOMA LOS COLORADOS CC/32003  
SOLICITUD DE SERVICIOS N° 146/2017

**Rogamos a la Entrega de la Mercadería indicar en Factura o Guía de Despacho el número de Orden de Compra.**

LA EMPRESA, se reserva el derecho de rechazar la factura del PROVEEDOR, dentro del plazo de 30 días corridos desde la recepción de la misma, en caso que este no cumpla/n o cumpla imperfectamente con los objetivos que generaron la solicitud de compra o contratación del mismo, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 3 de la Ley 19.983.-

OAGA DISP GBR CADR  
FALS

  
 Oscar Gonzalez Aravena

  
 Ivan Poblete Viejo

**REPORTE DIARIO DE SUPERVISIÓN DE SONDAJES**

Empresa Perforista

N° DE PROYECTO: **P192**  
NOMBRE PROYECTO: **DIA Lomas Los Colorados**  
CLIENTE: **KDM**

**Pozos Profundos**

P192-FT-2.1.4.

Turno : **A** Fecha : **1 de agosto de 2017**  
Sondaje : **Pozo Nº 8** Norte : **6351770**  
Operador : Este : **331411**  
Equipo : Cota : **833**

|                               |                        |                        |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| Diámetro : $\emptyset$        | Diámetro : $\emptyset$ | Diámetro : $\emptyset$ |
| Prof. Inicial : <b>0,00</b> m | Prof. Inicial : m      | Prof. Inicial : m      |
| Prof. Final : <b>0,00</b> m   | Prof. Final : m        | Prof. Final : m        |
| Avance : <b>0,00</b> m        | Avance : m             | Avance : m             |

Napa Inicial : m Revestimiento : m.  
Napa Final : m Diámetro :  $\emptyset$

**CUADRO DE AVANCE (m)**

| Tareas   | Fecha de Inicio | Fecha de Término | Reales (Turnos) | % Realizado |
|--|-----------------|------------------|-----------------|-------------|
| Traslado a Plataforma e Instalación de Máquina y Equipos | 01/08/17        |                  |                 | <b>85</b>   |
| Perforación  |                 |                  |                 |             |
| Habilitación   |                 |                  |                 |             |
| Desarrollo   |                 |                  |                 |             |
| Construcción del Sello y Brocal                          |                 |                  |                 |             |

**OBSERVACIONES**

A inicio de turno personal de empresa perforista asiste a inducción de seguridad realizada por Prevencionista de Riesgos de KDM.  
Se inicia instalación de equipo sonda en plataforma del Pozo Nº8 ubicado en el sector Las Tacitas (reemplazo Pozo 3).  
Durante el día se descargan materiales y equipos en plataforma, se posiciona sonda en punto de perforación, se levanta torre y se prueba herramienta de perforación.  
Queda pendiente conexión de manguerote a ciclón e instalación de carpetas contenedoras de derrame bajo sonda, además de materiales para la colección de muestras de cutting con los cuales se contará mañana a primera hora.  
Se solicita a empresa perforista traer tubería de PVC de 4" de 3m (ranurada y ciega) ya que solo se dispone en plataforma tramos de PVC de 6m.

**Comentarios generales de geología y airlifts****TIEMPOS ACTIVIDADES**

|                  |                  |  |
|------------------|------------------|--|
| Desde: 8:00 Hrs  | Hasta: 9:00 Hrs  | Traslado a Relleno Sanitario   |
| Desde: 9:00 Hrs  | Hasta: 10:00 Hrs | Inducción de Seguridad   |
| Desde: 10:00 Hrs | Hasta: 13:00 Hrs | Traslado de sonda y descarga de materiales en plataforma de Pozo Nº8 |
| Desde: 13:00 Hrs | Hasta: 14:00 Hrs | Colación   |
| Desde: 14:00 Hrs | Hasta: 17:30 Hrs | Descarga de materiales e instalación de equipos                      |
| Desde: 17:30 Hrs | Hasta: 18:30 Hrs | Posicionamiento sonda, levante de torre y prueba de herramienta      |

**Hidrogeólogo: Begoña Urtubia Villagrán**

**REPORTE DIARIO DE SUPERVISIÓN DE SONDAJES**

Empresa Perforista

N° DE PROYECTO: **P192**  
NOMBRE PROYECTO: **DIA Lomas Los Colorados**  
CLIENTE: **KDM**

**Pozos Profundos**

P192-FT-2.1.4.

Turno : **A** Fecha : **2 de agosto de 2017**  
Sondaje : **Pozo Nº 8** Norte : **6351770**  
Operador : **René Negrete** Este : **331409**  
Equipo : **Foremost DR84** Cota : **833**

Diámetro : **8** ∅ Diámetro : ∅ Diámetro : ∅  
Prof. Inicial : **0,00** m Prof. Inicial : m Prof. Inicial : m  
Prof. Final : **24,00** m Prof. Final : m Prof. Final : m  
Avance : **24,00** m Avance : m Avance : m

Napa Inicial : m Revestimiento **18,00** m.  
Napa Final : m Diámetro : **8,00** ∅

**CUADRO DE AVANCE (m)**

| Tareas   | Fecha de Inicio | Fecha de Término | Reales (Turnos) | % Realizado |
|--|-----------------|------------------|-----------------|-------------|
| Traslado a Plataforma e Instalación de Máquina y Equipos | 01/08/17        | 02/08/17         | 1,3             | 100         |
| Perforación  | 02/08/17        |                  |                 | 80          |
| Habilitación   |                 |                  |                 |             |
| Desarrollo   |                 |                  |                 |             |
| Construcción del Sello y Brocal                          |                 |                  |                 |             |

**OBSERVACIONES**

A inicio de turno se conecta manguerote y cicón, se bicelan los casing, se posiciona carpeta bajo el camión sonda. A mediodía se inicia perforación de Pozo Nº8 con sistema de perforación simultanea en 8" (martillo de fondo y zapata). Se perfora hasta los 24 m durante el día, detectandose una humedad superficial entre los 0 y 1 m, y luego a partir de los 5m, no acumulandose agua en el pozo durante los cambios de barra y soldado de casing. Al alcanzar los 24m de perforación se realiza movimiento de herramientas sacando barras y retirando un casing de 8m para dejar sin revestimiento entre los 18 y 24m y verificar los posibles aportes de agua al pozo. Finaliza turno en esta condición, para mañana a primera hora chequear nivel estatico en pozo y definir continuidad en la perforación.  
Se rectifican coordenadas definitivas del Pozo Nº8.

**Comentarios generales de geología y airlifts**

Entre los 0 y 1 m se encuentra suelo con material orgánico. Los 24 m perforados son en su mayoría material fino, con arenas subordinadas, y entre los 0 y 8 m presenta un bajo porcentaje de gravas. A partir de los 18 m se observan algunos fragmentos de roca sedimentaria de tamaño grava, de subangulosos a angulosos y que pueden romperse con la mano. Aún no se ha alcanzado el techo de roca fresca (basamento hidrogeológico).

**TIEMPOS ACTIVIDADES**

Desde: **8:00** Hrs Hasta: **11:00** Hrs Descarga y preparación de materiales y herramientas  
Desde: **11:00** Hrs Hasta: **12:00** Hrs Instalación de todos los accesorios para descarga de cating  
Desde: **12:00** Hrs Hasta: **13:15** Hrs Perforación en 8"  
Desde: **13:15** Hrs Hasta: **14:15** Hrs Colación  
Desde: **14:15** Hrs Hasta: **17:45** Hrs Se retoma perforación 8"  
Desde: **17:54** Hrs Hasta: **18:30** Hrs Movimiento de herramientas

**Hidrogeólogo: Begoña Urtubia Villagrán**

| Ítem     | Actividad  | Tiempo (semanas) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|--|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          |  | 30-jun           | 07-jul | 14-jul | 21-jul | 28-jul | 04-ago | 11-ago | 18-ago | 25-ago | 01-sep | 08-sep | 15-sep | 22-sep | 29-sep | 06-oct | 13-oct |
|          |  | 1                | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     |
| <b>1</b> | <b>Etapa I: Estudio de Antecedentes</b>                                  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 1.1      | Recopilación y Revisión de Antecedentes                                  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 1.2      | Visita a Terreno, caracterización superficie, monitoreo de niveles       |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 1.3      | Análisis de datos y Preparación terreno                                  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>2</b> | <b>Etapa II: Trabajos de Terreno y resultados</b>                        |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2.1      | Geofísica  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2.2      | Informe de resultados geofísica  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2.3      | Construcción de pozos  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2.5      | Monitoreo de Niveles y muestras de agua                                  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2.6      | Resultados laboratorio   |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2.7      | Informe trabajos de terreno  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>3</b> | <b>Etapa III: Estudio Hidrogeológico y de Vulnerabilidad de Acuífero</b> |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 3.1      | Línea Base Hidrológica   |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 3.2      | Línea Base Hidrogeológica  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 3.3      | Vulnerabilidad de Acuífero   |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 3.4      | Plan de Monitoreo  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 3.5      | Plan de Contingencia y Sistema Alerta Temprana                           |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 3.6      | Informe Final  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | P2     |

P1: Informe trabajos de terreno

P2: Informe Final (Línea Base Hidrogeológica, Vulnerabilidad y Plan de Monitoreo)

Las fechas mencionadas en la carta gantt corresponden a los días viernes del fin de la semana respectiva

El estudio hidrogeológico por parte de ICASS será entregado a KDM el día viernes 13 de octubre de 2017, para su revisión y aprobación. KDM deberá considerar 5 días para respuestas por parte de ICASS una vez que ICASS reciba las observaciones de KDM.

| Ítem     | Actividad  | Tiempo (semanas) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
|----------|--|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|--|----|
|          |  | 04-ago           | 11-ago | 18-ago | 25-ago | 01-sep | 08-sep | 15-sep | 22-sep | 29-sep | 06-oct | 13-oct |  |  |  |  |    |
|          |  | 1                | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     |  |  |  |  |    |
| <b>2</b> | <b>Etapa II: Trabajos de Terreno y resultados</b>                        |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
| 2.3      | Construcción de pozos  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
| 2.5      | Monitoreo de Niveles y muestras de agua                                  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
| 2.6      | Resultados laboratorio   |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
| 2.7      | Informe trabajos de terreno  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
| <b>3</b> | <b>Etapa III: Estudio Hidrogeológico y de Vulnerabilidad de Acuífero</b> |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
| 3.1      | Línea Base Hidrológica   |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
| 3.2      | Línea Base Hidrogeológica  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
| 3.3      | Vulnerabilidad de Acuífero   |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
| 3.4      | Plan de Monitoreo  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
| 3.5      | Plan de Contingencia y Sistema Alerta Temprana                           |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
| 3.6      | Informe Final  |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  | P2 |

P1: Informe trabajos de terreno

P2: Informe Final (Línea Base Hidrogeológica, Vulnerabilidad y Plan de Monitoreo)

Las fechas mencionadas en la carta gantt corresponden a los días viernes del fin de la semana respectiva

El estudio hidrogeológico por parte de ICASS será entregado a KDM el día viernes 13 de octubre de 2017, para su revisión y aprobación. KDM deberá considerar 5 días para respuestas por parte de ICASS una vez que ICASS reciba las observaciones de KDM.

