

ANEXO Análisis y Discusión Eventos de Contaminación.

DIA Proyecto “Mejoras operacionales en el mono-relleno y en la reutilización de efluentes tratados generados al interior del relleno sanitario Loma Los Colorados”

Elaborado para



Fecha	Versión	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
30-05-2019	1	MGM	SAC	

Índice de Contenidos

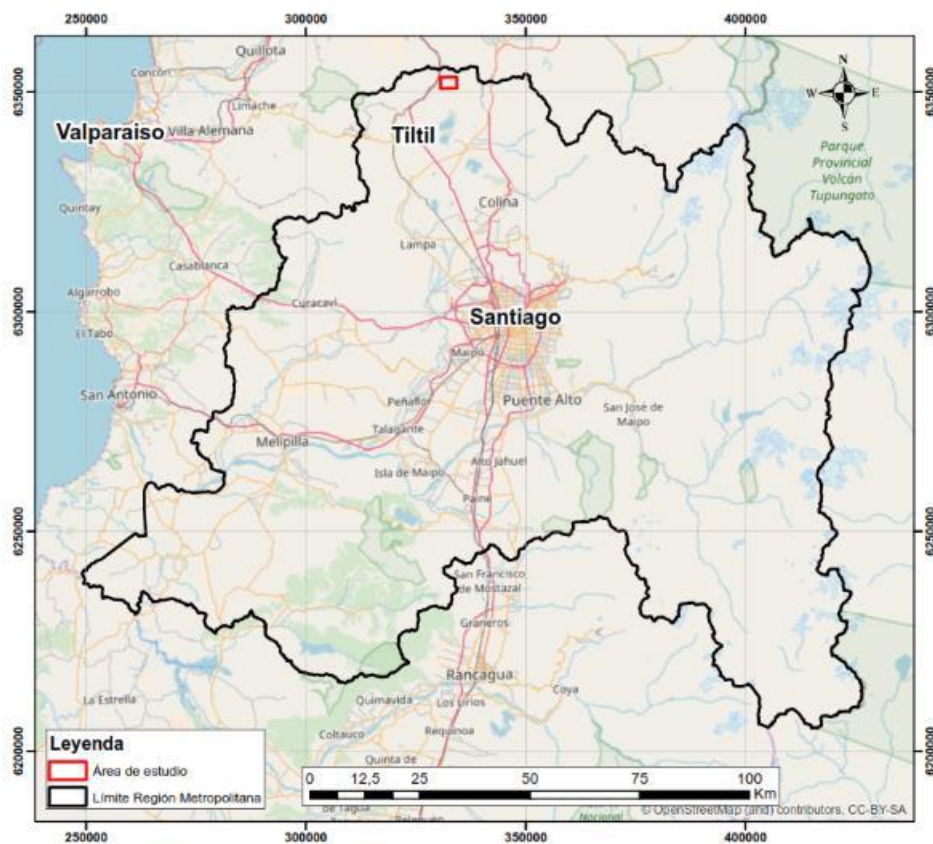
1. Introducción	2
2. Análisis del Monitoreo Histórico de Pozos.....	4
2.1 Niveles de Agua Subterránea.	5
2.2 Calidad de Aguas Subterráneas.	7
3. Discusión Sobre el Origen de la Alteración de la Calidad de las Aguas Subterráneas.....	9
4. Nuevos Antecedentes	12
5. Conclusiones	13
6. Referencias.....	14
7. Apéndice	15

1. Introducción

El presente informe ha sido elaborado por ICNOVA ING (en adelante "Consultor") para KDM S.A. (en adelante "Mandante" o "Cliente"), para dar respuesta al requerimiento de respuesta al ICSARA II en el marco de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Proyecto "Mejoras Operacionales en el Mono - relleno y en reutilización de Efluentes Tratados generados al interior del Relleno sanitario Loma Los Colorados", en adelante, "el Proyecto", cuyo Titular es KDM S.A.

El proyecto en estudio se emplaza al norte de la Región Metropolitana, en las instalaciones del Relleno Sanitario Loma Los Colorados (RSLLC). En la Figura 1 se muestra la ubicación regional del proyecto.

Figura 1. Ubicación regional del proyecto



Fuente: ICASS, 2017.

Teniendo esto presente, se ha desarrollado el siguiente informe cuya estructura se presenta a continuación:

- Análisis del Monitoreo Histórico de Pozos
 - Discusión Sobre el Origen de la Alteración de la Calidad de las Aguas Subterráneas
 - Nuevos Antecedentes
-
- Conclusiones
 - Referencias
 - Apéndice

2. Análisis del Monitoreo Histórico de Pozos

Respecto al análisis histórico de la calidad de agua del Monitoreo de Aguas Subterráneas, se revisó como antecedente el informe realizado por ICASS (2018) en respuesta al ICSARA I.

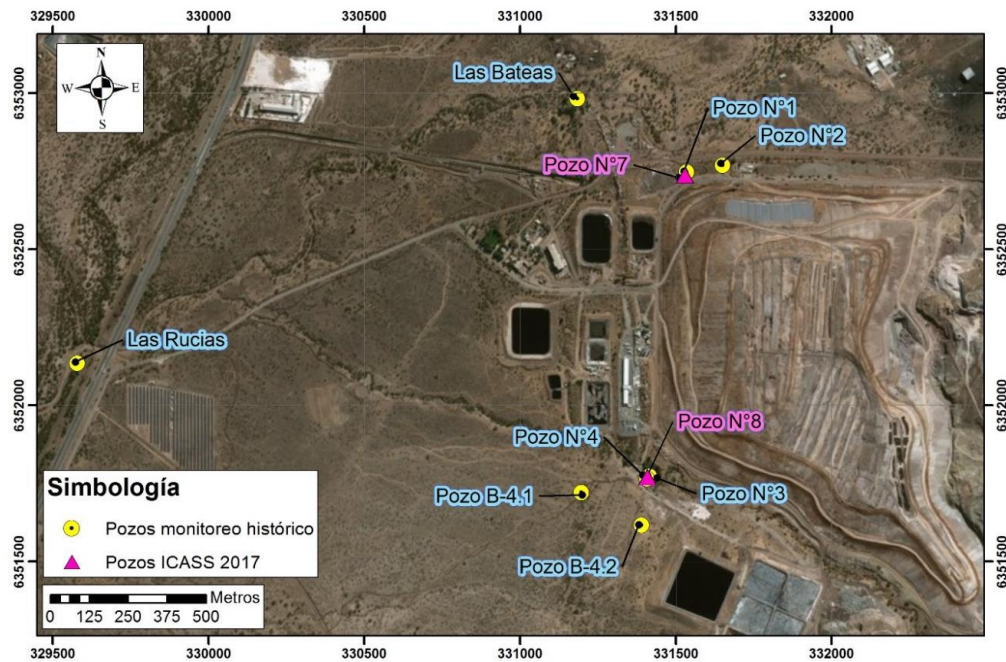
El titular cuenta con una base de datos que caracteriza la calidad de las aguas subterráneas obtenida. Esta base se conforma de los resultados obtenidos del plan de monitoreo actual, que considera una serie de pozos dentro y fuera del relleno sanitario. En la red de monitoreo se controla la calidad de agua y niveles freáticos estáticos.

La Figura 2 muestra la ubicación de los pozos monitoreados actualmente, mientras que la Cabe destacar que la frecuencia de muestreo es variable, dado que la implementación de distintos pozos y parámetros responden a **distintos compromisos con la autoridad** (RCA 990/1995 y RCA 263/2008), aunque la moda corresponde a una frecuencia trimestral. Por otro lado, debido al proceso sancionatorio con Rol D-020-2016, emitido por la SMA el 6 de mayo de 2016, se estipula un cambio en el monitoreo de los pozos las Bateas, las Rucias y el pozo N°7 a una frecuencia quincenal (actualmente vigente).

A continuación, se muestran los análisis de los niveles y calidad de agua históricos de los pozos.

Tabla 1 resume la situación de los pozos al día 10 de julio de 2018, mostrando que 5 de ellos se encuentran secos.

Figura 2. Ubicación de la red de monitoreo (WSG 1984).



Fuente: ICASS, 2018.

Cabe destacar que la frecuencia de muestreo es variable, dado que la implementación de distintos pozos y parámetros responden a **distintos compromisos con la autoridad** (RCA 990/1995 y RCA 263/2008), aunque la moda corresponde a una frecuencia trimestral. Por otro lado, debido al proceso sancionatorio con Rol D-020-2016, emitido por la SMA el 6 de mayo de 2016, se estipula un cambio en el monitoreo de los pozos las Bateas, las Rucias y el pozo N°7 a una frecuencia quincenal (actualmente vigente).

A continuación, se muestran los análisis de los niveles y calidad de agua históricos de los pozos.

Tabla 1. Nivel freático estático de los pozos (10/07/2018).

Pozo	UTM E	UTM N	Cota [msnm]	NE [mbnt]	NE [msnm]	Fondo pozo [mbpm]	Observaciones
Las Bateas	331184	6352981	812	7,05	804,95	13,5	
Las Rucias	329579	6352134	779	5,61	773,39	8,12	
Pozo N°1	331542	6352744	822			4,09	Pozo seco
Pozo N°10	330809	6352408	805			23,31	Pozo seco
Pozo N°2	331650	6352767	825			10,31	Pozo seco
Pozo N°3	331415	6351773	832	6,16	825,84	19,62	Obstáculo a los 4,64 m
Pozo N°4	331410	6351767	832			6,37	Pozo seco
Pozo N°5 (B-4.1)	331197	6351721	825	18,76	806,24	26,76	
Pozo N°6 (B-4.2)	331390	6351617	832	16,23	815,77	28,68	
Pozo N°7	331530	6352737	822	11,45	810,55	35	
Pozo N°8	331409	6351770	832	10,37	821,63	28,88	
Pozo N°9	332356	6351123	874			24,43	Pozo seco

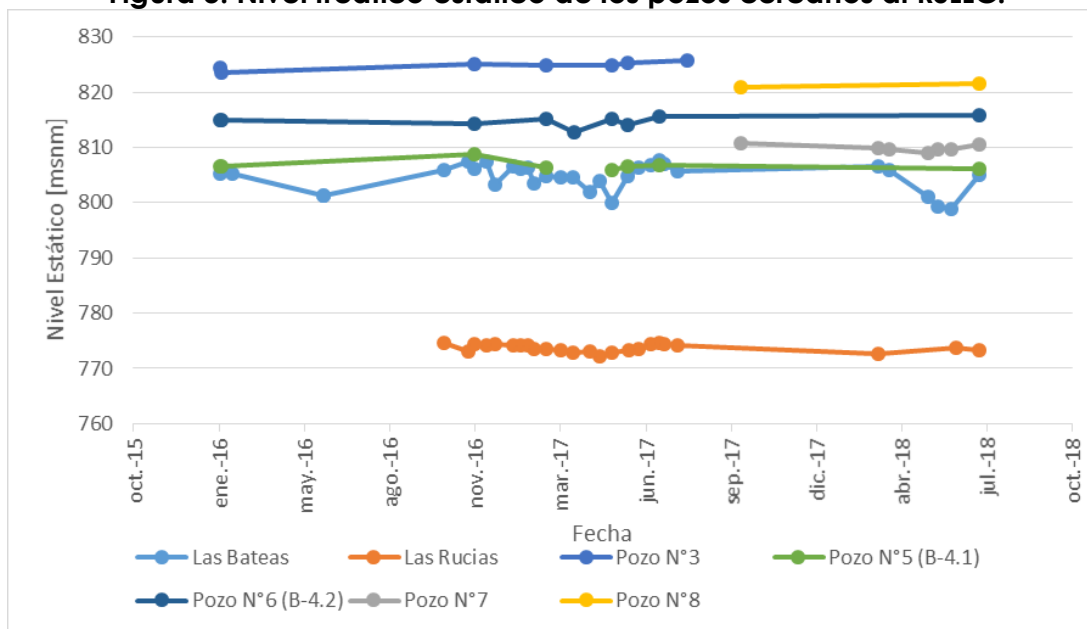
Fuente: ICASS, 2018.

2.1 Niveles de Agua Subterránea.

En primer lugar, se aclara que los pozos construidos por KDM dentro de RSLLC son destinados de forma exclusiva al Monitoreo de Aguas Subterráneas, por lo que no se afecta la disponibilidad de este recurso en el área de estudio (no existe extracción del recurso ni tampoco recarga artificial). Por otra parte, si existiese una eventual filtración de lixiviados hacia las aguas subterráneas, ello implicaría necesariamente un aumento en el nivel natural del acuífero. Para descartar esta supuesta afección la

Figura 3 muestra la evolución histórica de nivel freático registrada entre enero de 2016 y julio de 2018:

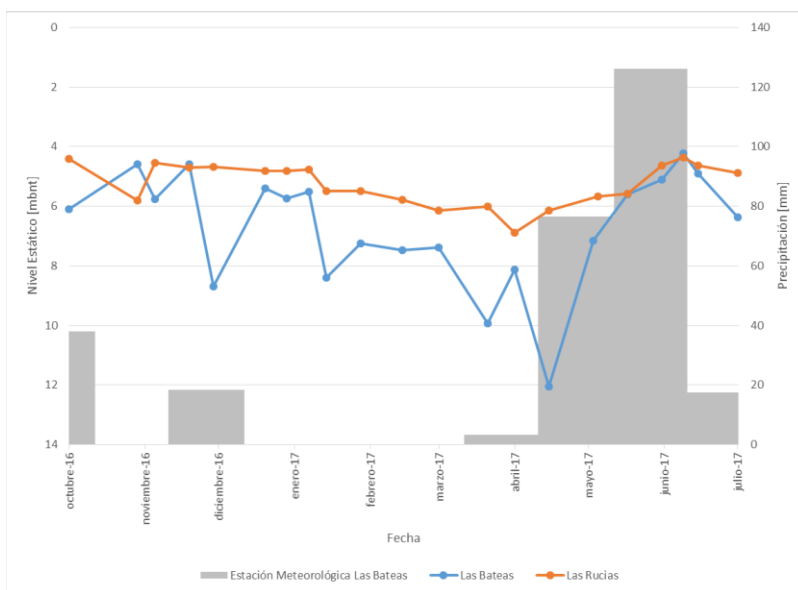
Figura 3. Nivel freático estático de los pozos cercanos al RSLLC.



(Fuente: ICASS, 2018)

Se observa una tendencia estable en tiempo para los niveles freáticos registrados. Para reafirmar lo anterior la Figura 4 muestra que existe una relación entre la precipitación de la estación meteorológica Las Bateas y el nivel estático para el pozo Las Bateas y el pozo Las Rucias, demostrando que existe un descenso en el nivel para los meses de estiaje (octubre - marzo) y un aumento debido a la recarga del acuífero en los meses húmedos (abril - septiembre).

Figura 4. Precipitación en la estación meteorológica Las Bateas y medición del nivel estático de los pozos Las Rucias y Las Bateas.



Fuente: ICASS, 2018.

2.2 Calidad de Aguas Subterráneas.

En el informe emitido por ICASS (2018) se detalla la base de datos histórica de monitoreo de los pozos existentes, incorporando los resultados del monitoreo comprometido con la autoridad, el estado de los pozos y cuáles de ellos han sido reemplazados. Se recalca que todos los análisis de muestras realizados en el RSLLC han sido realizados por laboratorios acreditados y debidamente reportados a la autoridad de forma oportuna.

Respecto de estos antecedentes, interesa analizar especialmente los valores que han excedido los límites establecidos en la NCh 409 en alguno de los registros o durante el periodo de monitoreo, (Nitrato y razón de nitrato + nitrito, cloruros, Escherichia coli y Coliformes Totales). Cabe destacar que la norma que se utiliza como referencia de comparación (NCh 409) se enfoca en los requisitos que debe cumplir el agua potable y se aplica a los servicios de abastecimiento.

En cuanto a la presencia de nitrato se registran valores que superan los valores de la norma principalmente en los pozos las Rucias y las Bateas, ubicados al exterior del RSLLC. Para los pozos ubicados al interior se presentan ciertos muestreos que exceden el valor umbral de la norma, como es el caso del Pozo N°3, pero no en un valor significativo ni comparable a la situación observada en los dos pozos anteriores.

Las concentraciones de cloruro en los pozos exteriores han registrado peak en años anteriores, manteniéndose estables y bajo el límite establecido a partir del año 2012. En cuanto a los pozos interiores han reportado índices bajo el límite de la NCh 409, a excepción del pozo N°1 durante mediciones entre 2014 y 2015 donde se supera en casi un orden de magnitud el valor umbral. Esto se debe a un error en la toma de muestra en dicho periodo, ya que se tomaron muestras de agua de un pozo de biogás en lugar del pozo N°1.

La *Escherichia coli* es parte de las Coliformes totales y su presencia indica contaminación fecal en la muestra. Se ha detectado presencia de dicha bacteria en distintos periodos para los pozos de la red de monitoreo desde el inicio de medición de dicho parámetro en el año 2009. El pozo Las Bateas es el que presenta su presencia con mayor frecuencia. Al respecto cabe destacar que dicho pozo no está dentro de las instalaciones del RSLLC, y además en sus cercanías se constata presencia de viviendas y de animales, según reportan estudios anteriores (IASA, 2017), con el agravante de que dicho punto no posee la protección necesaria para evitar la contaminación directa debido a las causas anteriormente nombradas.

3. Discusión Sobre el Origen de la Alteración de la Calidad de las Aguas Subterráneas

Con el fin de aclarar que no se haya afectado la calidad de las aguas subterráneas por una eventual falla del sello impermeabilizante en la base del relleno, se estima pertinente analizar los siguientes antecedentes, considerando que se han registrado **tres eventos** de contingencias por derrames accidentales o no controlados de lixiviados en el RSLLC.

- 1997: Líquido lixiviado mezclado en el sistema de aguas lluvias desde celda 1 hacia Quebrada Sin Nombre y Estero Los Valles (N° Expediente 3150/97-SB del Servicio de Salud Medio Ambiente de la Región Metropolitana).
- 2002: Derrame de lixiviados por el talud norte del Relleno sanitario hacia Quebrada Sin Nombre, Estero Los Valles y Estero Montenegro. Para contener y mitigar se realizó la construcción de diques en el lecho del estero y posteriormente se procedió a la remoción de suelos y retiro de líquidos embalsados (N° Expediente 4110/02 del Servicio de Salud Medio Ambiente de la Región Metropolitana).
- 2013: Derrame de líquido a medio tratar desde un camión hacia la Quebrada Las Masas. Para mitigar se realizó la remoción de los suelos afectados (Res. N°504/2013 de la Comisión de Evaluación de la Región Metropolitana).

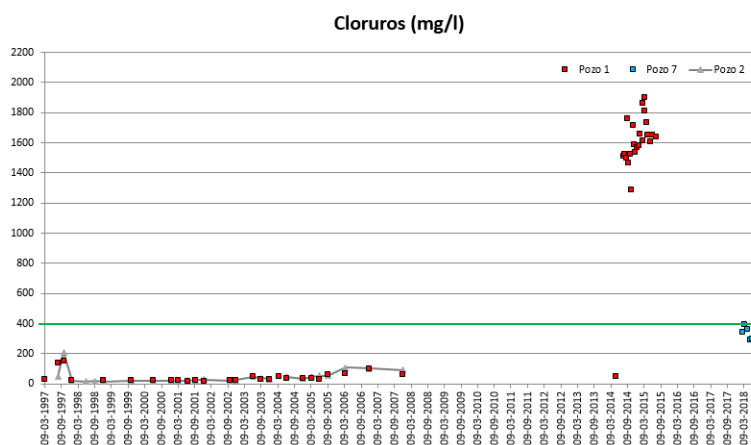
Sin embargo, se debe destacar que todos los episodios nombrados anteriormente se deben a líquidos lixiviados que escurrieron **superficialmente**, no afectando directamente al acuífero presente en la zona y que se tomaron las medidas pertinentes, y aprobadas por la autoridad con ocasión de dichas contingencias, tales como la remoción de suelos y líquidos contaminados. Además, en el estudio de hidrología e hidrogeología presentado en el Anexo 4.2 de la DIA del proyecto incluye un análisis de vulnerabilidad del acuífero, el cual fue elaborado considerando el Método BGR-modificado y según lo indicado en el “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). Dicho análisis de vulnerabilidad concluye que el acuífero debajo del área del monorelleno presenta una **Vulnerabilidad Baja** tanto para el escenario actual como futuro. Esta conclusión obedece a las condiciones hidrogeológicas locales, caracterizadas por la presencia de un acuitardo que en la práctica restringe el flujo proveniente de infiltración superficial, impidiendo su acceso al acuífero de mayor potencia (que es el acuífero explotable por actividad humana).

Adicionalmente, luego del evento ocurrido en diciembre de 2002 se ejecutaron mejoras en el diseño del relleno sanitario, para evitar la acumulación de gas dentro de este. Se aumentó la cantidad de pozos destinados para la extracción del biogás generado en el relleno y así evitar su presurización. Antes del evento se contaba con un total aproximado de 80 pozos y luego del incidente se han ido aumentando en cantidad hasta registrar un total de 730, de los cuales 460 se encuentran activos y completamente operativos en la actualidad. En cuanto al resto de los pozos se debe señalar que algunos han sido desconectados por el crecimiento del relleno sanitario debido a su normal operación, y reemplazados por otros nuevos.

Por otro lado, considerando que entre los parámetros característicos de los líquidos lixiviados y los que se miden históricamente en el plan de monitoreo del RSLLC se encuentra el cloruro, con valores medidos de 8.000 mg/l, y que una eventual contaminación debido a los eventos de derrame debiera necesariamente causar un aumento significativo en las concentraciones de este parámetro en los pozos cercanos, es pertinente realizar el siguiente análisis.

La Figura 5 muestra las concentraciones de cloruro para los pozos N°1 y N°2 en el periodo 1997 – 2007, donde se puede observar que en ambos pozos se mantienen valores estables y siempre en niveles inferiores a 200 mg/l, casi dos órdenes de magnitud menos que las concentraciones en los lixiviados. Dado que ambos pozos se encuentran ubicados cercanos al talud norte del relleno sanitario y que los primeros eventos de derrame ocurrieron en los años 1997 y 2002, y que las concentraciones de cloruro no se muestran alteradas en este periodo, se descarta una afección a la calidad de aguas subterráneas debido a estas contingencias.

Figura 5. Concentración de Cloruro en los Pozos N°1, N°2 y N°7.



(Fuente: ICASS, 2018).

*Nota: Como se indicó anteriormente, las mediciones entre 2014 y 2015 donde se supera en casi un orden de magnitud el valor umbral, se explican por un error en la toma de muestra por parte del laboratorio, **ya que se tomaron muestras de agua de un pozo de biogás en lugar del pozo N°1.***

El titular encargó a fines del año 2016 un estudio a la consultora IASA para determinar el origen de la alteración en la calidad de las aguas subterráneas detectadas en los pozos Las Bateas y Las Rucias (nitritos, nitratos, relación nitritos/nitratos, Escherichia coli y Coliformes Fecales), con motivo del proceso sancionatorio emitido por la SMA el 6/5/2016.

En dicho informe se generaron tres hipótesis sobre las posibles causas de la alteración:

- A) Actividades agrícolas y/o silvícolas en la zona, especialmente la Granja de Cerdos Porkland, ubicada 900 metros aguas arriba del pozo Las Rucias.
- B) Filtración de Lixiviados desde el Relleno Sanitario Loma los Colorados.
- C) Contaminación directa de los pozos de control (a través de desechos de animales).

En base a la recopilación y revisión de antecedentes del RSLLC, Visitas a terreno y prospecciones en el sitio del relleno sanitario, se realizó un estudio detallado de la hidrología e hidrogeología del sitio de emplazamiento del proyecto, dentro del que se incluye un modelo conceptual y un análisis Fuente-Ruta-Receptor en el que se descarta que el RSLLC fuera la fuente de la alteración medida en los pozos de registro (hipótesis A), debido a las bajas concentraciones de parámetros característicos de los líquidos lixiviados del relleno sanitario en los pozos las Bateas y las Rucias (ausencia de DBO₅, DQO, bajas concentraciones de sólidos disueltos totales, cloruros y sulfatos respecto a una contaminación por líquidos lixiviados del relleno sanitario). En cuanto al resto de las causas el informe concluye que la afección se debe a las primera y tercera causas nombradas anteriormente (hipótesis A y C respectivamente), puesto que se **confirman eventos de contaminación en la granja de cerdos Porkland** (exceso de nitrógeno anual de los purines informado en la declaración de impacto ambiental de ese proyecto, y la rotura de una tubería que transportaba RILes en julio de 2015) y que los pozos afectados, a diferencia de los que se encuentran dentro del recinto del RSLLC, no presentan las medidas adecuadas para evitar la contaminación directa a través de excrementos de animales. Las visitas a terreno del consultor a cargo de ese estudio informan la presencia de bebederos de animales y viviendas cercanas al Pozo las Bateas, que confirman lo anteriormente expuesto.

4. Nuevos Antecedentes

El 27 de octubre de 2018 se tuvo una contingencia que consistió en el derrame de líquidos lixiviados provenientes de la piscina de maduración del relleno, ubicada en el sector oeste. Dentro de las medidas de contingencia adoptadas, se realizaron trabajos de reparación en la piscina durante el mes de noviembre del mismo año, la que actualmente se encuentra seca y fuera de uso, al menos de forma temporal.

Recientemente, el día 16 de mayo de 2019, la SMA ha formulado cargos en contra de KDM debido al hecho descrito anteriormente, mediante la Resolución Exenta N°1/Rol D-026-2019. Estos antecedentes son demasiado recientes como para incluirlos en el análisis anterior, por lo que ante estos hechos el titular declara un total y completo compromiso a realizar los estudios pertinentes sobre los eventuales impactos de dicho episodio sobre la calidad de las aguas subterráneas, y en general, todas las actuaciones, medidas y procedimientos que la autoridad disponga al respecto.

5. Conclusiones

De los antecedentes recopilados se puede concluir que no ha habido un aumento en los niveles freáticos de los pozos que indique una eventual infiltración de lixiviados hacia el acuífero para el periodo analizado, dado que las variaciones obedecen a ciclos naturales de precipitación estacional sobre la cuenca, sin haberse constatado ningún tipo de rotura en el sello impermeable.

Se analizaron además los registros históricos de la calidad de aguas subterráneas de los pozos dentro de la red de monitoreo. Se analizaron parámetros que excedieron la norma NCh 409, además del comportamiento de otros parámetros que son característicos de los líquidos lixiviados del RSLLC. De los análisis realizados se concluye que las alteraciones en los valores para los distintos pozos no son atribuibles a la operación del Relleno del Titular, sino que corresponden a eventos de contaminación de industrias aledañas.

En cuanto a los eventos de contaminación históricos de los cuales el Titular sí es responsable, se recalca que dichos episodios correspondieron a derrames superficiales de lixiviado y que se adoptaron las medidas necesarias para mitigar y evitar la propagación de la contaminación hacia aguas abajo y posterior remoción de suelos para evitar una infiltración hacia aguas subterráneas. Se incluye en el presente informe un análisis de las concentraciones cloruro (que es uno de los principales indicadores de contaminación por lixiviados) para el periodo de los dos primeros eventos en los pozos ubicados al norte del relleno sanitario (Pozos N°1 y N°2), no detectándose afectación tras los ocurridos en los años 1997 y 2002 respectivamente.

Se han detectado alteraciones en la calidad de las aguas en los pozos exteriores al recinto del RSLLC, sin embargo los estudios de especialidad ejecutados para estudiar su origen descartan la responsabilidad de la operación del relleno, justificando que dichas alteraciones provienen de actividades aledañas al proyecto, como lo es la granja de cerdos Porkland ubicada 900 m aguas arriba del pozo las Rucias y actividades de pastoreo de animales sumada con la presencia de viviendas cercanas al pozo las Bateas. Además, en el estudio se concluye que la alteración en el pozo las Rucias se explica por el episodio de contaminación en la granja de cerdos Porkland en julio de 2015. Respecto a las alteraciones del pozo las Bateas, se le atribuye la contaminación local por los motivos descritos anteriormente y considerando que los pozos afectados son de propiedad de terceros, se ubican fuera del recinto del proyecto, y no están provistos de las medidas de protección adecuadas.

6. Referencias

Ingeniería Alemana S.A. (2017). "Estudio sobre el origen de la alteración de calidad de aguas en los pozos Las Rucias y Las Bateas, sector Relleno Sanitario Loma Los Colorados, Montenegro".

ICASS Consultoría en Recursos Hídricos (2017). Línea de Base Hidrológica e Hidrogeológica: "Mejoras Operacionales en el Mono-Relleno y en Reutilización de Efluentes Tratados generados al interior del Relleno Sanitario Loma Los Colorados".

ICASS Consultoría en Recursos Hídricos (2018). Nota Técnica Respuestas para ADENDA, DIA Proyecto "Mejoras Operacionales en el Mono-relleno y en Reutilización de Efluentes Tratados al interior del Relleno Sanitario Loma Los Colorados"

Universidad Católica de Valparaíso (2003). "Informe Derrame de Lixiviaods Relleno Sanitario Loma Los Colorados".

Comisión Regional del Medio Ambiente, Región Metropolitana de Santiago (2008). "Resolución de Calificación Ambiental Proyecto Cancha de Secado y Mono - relleno de Lodos en Loma Los Colorados".

Intendencia Región Metropolitana (1995). "Resolución de Calificación Ambiental Proyecto Construcción de Sistema de Tratamiento Intermedio y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos Para la Región Metropolitana".

7. Apéndice

Se adjunta en el presente apéndice las planillas en el formato solicitado por la autoridad, las que contienen el compilado histórico del nivel y calidad de aguas subterráneas resultado de los compromisos de monitoreo histórico adquiridos en las RCA 990/1995 y RCA 263/2008, además de los certificados de los análisis de muestras de dichos monitoreos.

Debido a que se cuenta con datos a partir del año 1997, no es posible conocer la condición de línea base de la zona previa a la construcción y operación del Relleno Sanitario.

Se tiene una diferencia en la frecuencia de monitoreo en los pozos las Bateas, las Rucias y el Pozo N°7. Este cambio se debe al cumplimiento de la sanción que se encuentra actualmente vigente, emitida por la SMA el 6 de mayo de 2016 .