

EN LO PRINCIPAL: Presenta Programa de Cumplimiento Ambiental en procedimiento sancionatorio Rol D-020-2026. **EN EL PRIMER OTROSÍ:** Acompaña documentos. **EN EL SEGUNDO OTROSÍ:** Solicita reserva. **EN EL TERCER OTROSÍ:** Solicita suspensión del plazo para presentación de descargos. **EN EL CUARTO OTROSÍ:** Designación Apoderados. **EN EL QUINTO OTROSÍ:** Señala forma especial de notificación por correo electrónico.

Sra. María Paz Córdoba Victorero

Fiscal Instructora de la División de Sanción y Cumplimiento

Superintendencia del Medio Ambiente

Presente

GONZALO EDUARDO BRAVO VALENZUELA, cédula nacional de identidad

[REDACTED] actuando en representación, según se encuentra acreditado, de **UNACEM CHILE S.A.** (en adelante, “Unacem”), Rol Único Tributario N° 99.587.520-9, con domicilio para estos efectos en Avenida El Golf 150, piso 4°, comuna de Las Condes, Región Metropolitana, en procedimiento administrativo sancionatorio iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante, la “**SMA**”) tramitado bajo el Rol **D-020-2026**, presentamos en tiempo y forma, un Programa de Cumplimiento (en adelante, el “**Programa**”) en relación a los cargos formulados por medio de la Resolución Exenta N° 1/Rol D-020-2026 de fecha 30 de enero de 2026 (en adelante, la “**Formulación de Cargos**”):

Lo anterior, con el objeto de que esta Superintendencia lo estime conforme al artículo 42 de la Ley Orgánica de la SMA (en adelante, “**LOSMA**”), el Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación, aprobado por el Decreto Supremo N°30/2012 del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante, el “**Reglamento**”), y la Guía para la Presentación de Programas de Cumplimiento por infracciones a la norma de emisión de ruidos (en adelante, la “**Guía**”), lo apruebe, y, en definitiva, decida suspender y terminar el presente procedimiento sancionatorio.

I. ANTECEDENTES DEL PROCEDIMIENTO SANCIONATORIO

1. Unacem es titular del proyecto denominado “Yacimiento de Puzolana Popeta” (en adelante, “**el Proyecto**”), ubicado interior del terreno perteneciente a Minera Río Teno, a la altura del Km 16 de la Ruta G-60, Sector de Popeta-Mandinga, comuna de Melipilla Región Metropolitana, y que para efectos de este procedimiento sancionatorio corresponde a la unidad fiscalizable.

2. El proyecto fue objeto de tres denuncias, que se tomaron en consideración para la formulación de cargos, tal como se detalla en la tabla siguiente:

N°	ID	Fecha de Ingreso	Materias denunciadas
1	1633-XIII-2023	22-09-2023	Existencia de trabajos irregulares en la cantera de puzolana de minera Teno, según denuncia ciudadana.
2	610-XIII-2025	26-03-2025	Se denuncia la operación del proyecto sin contar con los permisos requeridos para ello, manteniendo operaciones en horario nocturno. Además, se indica que las faenas generan levantamiento de polvillo con silicio y que las instalaciones no mantendrían medidas como área de frenado y humectación, entre otras.
3	1032-XIII-2025	26 -05-2025	Se denuncia que la presencia del material extraído en el aire, afectando la salud de la población. Agrega que el proyecto no mantiene caminos habilitados debidamente para transitar, afectaría a fauna y flora nativa y que no mantiene manejo de las aguas utilizadas, las cuales podrían ser infiltradas en las napas.

3. Al respecto, se realizaron diversas gestiones en terreno por parte de la SMA, en las cuales se acudió al Proyecto, llevando a cabo una inspección de aquel, que derivó en un Informe de fiscalización ambiental, en 2023, que contiene el acta de inspección y el informe técnico respectivo (en adelante, “IFA 2023”).
4. Posteriormente, mediante la Resolución Exenta DSC N°986 de fecha 22 de mayo de 2025 la SMA realizó un requerimiento de información a la empresa, específicamente, la implementación de la medida de lavado de ruedas comprometidas conforme al considerando 5.1.1.6 y 5.8.6 de la Resolución de Calificación Ambiental N°349/2011 (en adelante, “RCA”); a la implementación de pozos de monitoreo de calidad de aguas subterráneas, conforme a lo establecido en el considerando 5.5.1 de la RCA y a los permisos requeridos conforme al considerando 5.8.1 de la RCA, asociados a las pistas de aceleración y desaceleración para acceso a la ruta G-60.
5. Respecto al requerimiento de información de la SMA, la empresa dio respuesta remitiendo la documentación pertinente, con fecha 8 de agosto de 2025.
6. De esta forma, en la Formulación de Cargos, se le imputa a Unacem haber infringido lo estipulado en el artículo 35 letra a), de la LOSMA, por cuanto se habrían incumplido las condiciones, normas y medidas establecidas en las Resoluciones de Calificación ambiental, a partir de los siguientes hechos.
7. En primer lugar, no se habría cumplido con la implementación de la medida de lavado de ruedas, comprometidas conforme al considerando 5.1.1.6 y 5.8.6 de la RCA, lo que impide controlar las emisiones atmosféricas que pudieran generar el secado de los lodos adosados a los vehículos. A partir de la visita inspectiva de fecha 24 de mayo de 2024, el requerimiento de información y la respectiva respuesta de la empresa, se estableció el incumplimiento respecto de las exigencias relativas en los considerandos mencionados anteriormente, relativas a las medidas de mitigación asociados a los componentes de aire y vialidad adyacente.

8. En segundo lugar, existiría un retraso en la implementación de los pozos de monitoreo del acuífero. Conforme al considerando 5.5 de la RCA y el considerando 5.5.1, el titular del proyecto se comprometió a: *“Mantener un monitoreo del acuífero durante las etapas de operación y previo al cierre del proyecto, para lo cual se deberá considerar factores tales como la dirección del flujo, gradiente hidráulica, estratigrafía, etc. Una vez que se tenga dicha información se deberán definir, en conjunto con la Dirección General de Aguas, los pozos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del proyecto, además de la frecuencia del monitoreo, parámetros a considerar y las medidas ante eventuales anomalías.”* A partir de la visita inspectiva de fecha 24 de mayo de 2024, el requerimiento de información y la respectiva respuesta de la empresa, se estableció el incumplimiento respecto de las exigencias relativas a la implementación de los mencionados pozos de monitoreo.

9. En tercer lugar, se formula la infracción respecto a la construcción e implementación de las pistas de acceso a la Ruta G-60, sin contar con la aprobación del órgano sectorial respectivo. Conforme a los considerandos 5.8 y 5.8.1 de la RCA, el titular del proyecto se comprometió a implementar pistas de aceleración y desaceleración en el punto de ingreso y salida desde la unidad fiscalizable a la Ruta G-60. La empresa debía obtener la aprobación de la Dirección Regional de Vialidad de Obras Públicas. A partir de la visita inspectiva de fecha 24 de mayo de 2024, el requerimiento de información y la respectiva respuesta de la empresa, se concluyó que la pista de aceleración y desaceleración no cuenta con la aprobación de la Dirección Regional de Vialidad de Obras Públicas.

10. **Sin perjuicio de las alegaciones de fondo que a esta parte le merecen los cargos formulados, y en atención también a las rigurosas medidas de mitigación y prevención de infracciones a la normativa ambiental que Unacem ha implementado históricamente durante sus años de operación y que ejecuta actualmente, mediante el presente se acompaña un Programa de Cumplimiento que esta Superintendencia estimará suficiente para efectos de suspender y poner término a este procedimiento sancionatorio.**

11. Asimismo, Unacem es una empresa comprometida con el medio ambiente, con las comunidades aledañas a sus plantas y/o operaciones, y plenamente respetuosa con la autoridad y normativa ambiental. En este sentido, mi representada esta 100% tranquila con que el desarrollo de su actividad comercial se ajusta a las disposiciones legales y reglamentarias ambientales, y que el trabajo que durante los últimos años se ha realizado, únicamente han implicado cambios en mejora del desarrollo.

12. Todo lo anterior, incluso bajo el amparo y supervigilancia de la autoridad ambiental, la cual ha sido objeto de las presentaciones y propuestas que mi representada ha levantado a medida que ha pretendido mejorar alguna etapa de su proceso productivo.

II. EL PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SATISFACE TODOS LOS REQUISITOS PARA SU PROCEDENCIA

a) Comentarios preliminares

13. Conforme al tenor de los cargos formulados, Unacem acompaña a esta presentación un Programa de Cumplimiento que da cuenta de todas las medidas adoptadas por nuestra representada para dar estricto cumplimiento a la Resolución de Calificación Ambiental 349/2011.

14. Según adelantábamos, **Unacem ha mostrado un amplio compromiso con el medio ambiente, así como también con las comunidades, realizando lo posible para desarrollar de forma ambientalmente respetuosa y armónica, una actividad que emite material particulado al medio ambiente, manteniendo una relación con la autoridad sanitaria y medioambiental.**

15. Lo cierto es que, dentro del conjunto de medidas contempladas en el Programa de Cumplimiento que por este acto se presenta, Unacem ya ha implementado varias de ellas y las ha puesto en conocimiento de esta autoridad. Estas medidas permiten garantizar, desde ya, a las autoridades y a terceros, que se está realizando un manejo adecuado, suficiente y conforme a lo exigido respecto del material particulado.

Entre dichas acciones se incluyen: la sustitución de la medida de lavado de ruedas por la pavimentación de los tres tramos de caminos involucrados en el ingreso y salida de camiones desde la Cantera, mediciones de emisiones y reporte gráfico de verificación antes y después de ejecutadas las obras de pavimentación para garantizar la efectividad de la medida sustitutiva propuesta, propuesta más costosa económicamente para la empresa pero más efectiva con respecto a la emisión de material particulado, presentación con fecha 8 de enero de 2026 un informe a la SMA que da cuenta la construcción de los pozos de monitoreo comprometidos en la RCA, cumpliendo con las coordenadas indicadas en el correspondiente Plan de Monitoreo aprobado previamente por la Dirección General de Aguas. También, con fecha 10 de octubre de 2025 se ingresó la solicitud de factibilidad al Ministerio de Obras Públicas, dirigida al Director Regional de la Región Metropolitana, siendo admitida con el proceso N°19553133. A la fecha, el proceso se encuentra en evaluación.

Todo lo anterior puede ser verificado en el Programa de Cumplimiento acompañado.

b) Unacem cumple todos los requisitos para la presentación de un Programa de Cumplimiento

16. Expuesto lo anterior, lo cierto es que mi representada cumple todos los requisitos legales, reglamentarios y administrativos para presentar un Programa de Cumplimiento:

i. Unacem está dentro de plazo:

17. El Programa de Cumplimiento se **presenta dentro de plazo otorgado por esta Superintendencia**. En efecto, mi representada fue notificada de la Formulación de Cargos con fecha 04 de febrero de 2026, teniendo, en principio, 10 días hábiles para presentar un programa de cumplimiento, conforme al artículo 42 de la Ley N° 20.417. A este plazo debe añadirse la prórroga de 5 días hábiles que la Superintendencia otorgó de oficio a Unacem en el Resuelto VI de la Formulación de Cargos.

18. De esta forma, Unacem tiene plazo hasta la fecha de esta presentación para presentar el Programa de Cumplimiento que se acompaña en un otrosí.

ii. Unacem no está afecta a impedimentos legales:

19. Asimismo, mi representada tampoco está afecta a ningún impedimento de los establecidos en la ley ni en el reglamento que inhabilitara a presentar un programa de cumplimiento. En efecto, el inciso tercero del artículo 42 LOSMA establece:

“No podrán presentar programas de cumplimiento aquellos infractores que se hubiesen acogido a programas de gradualidad en el cumplimiento de la normativa ambiental o hubiesen sido objeto con anterioridad de la aplicación de una sanción por parte de la Superintendencia por infracciones gravísimas o hubiesen presentado, con anterioridad, un programa de cumplimiento, salvo que se hubiese tratado de infracciones leves. Con tal objeto, deberá considerarse el plazo de prescripción de las infracciones señaladas en el artículo 37”.

20. Estas causales, a su vez, fueron reiteradas en el artículo 6 del Reglamento.

21. Pues bien, **ninguno de estos impedimentos concurre en la especie:** Unacem no se acogió a un programa de gradualidad, no ha sido sancionada por infracciones gravísimas por parte de la SMA, ni tampoco presentó un programa de cumplimiento anterior por infracciones graves o gravísimas respecto de esta unidad fiscalizable.

22. Por lo tanto, no existe motivo legal que impida a mi representada a presentar un programa de cumplimiento.

iii. Unacem cumple con todos los requisitos legales para presentar un programa de cumplimiento:

23. Por último, y como bien se podrá constatar con su sola lectura, el Programa de Cumplimiento que se acompaña en un otrosí de esta presentación satisface los requisitos del artículo 7 del Reglamento:

“a) Descripción de los hechos, actos u omisiones que constituyen la infracción en que se ha incurrido, así como de sus efectos.

b) Plan de acciones y metas que se implementarán para cumplir satisfactoriamente con la normativa ambiental que se indique, incluyendo las medidas adoptadas para reducir o eliminar los efectos negativos generados por el incumplimiento.

c) Plan de seguimiento, que incluirá un cronograma de las acciones y metas, indicadores de cumplimiento, y la remisión de reportes periódicos sobre su grado de implementación.

d) Información técnica y de costos estimados relativa al programa de cumplimiento que permita acreditar su eficacia y seriedad”.

24. Así, el Programa de Cumplimiento contiene una descripción de los hechos referidos en la Formulación de Cargos, indica los planes de acción y metas que se persiguieron con su implementación, el cronograma de las acciones y metas, y la información técnica y de costos que da cuenta indubitada de su seriedad y eficacia.

c) El Programa de Cumplimiento que se acompaña.

25. Dicho todo lo anterior, por este acto se acompaña el Programa de Cumplimiento relativo al incumplimiento de las condiciones, normas y medidas establecidas en la Resolución de Calificación Ambiental N°349/2011, respecto de la operación del Proyecto.

26. Como esta Superintendencia bien podrá constatar, en este programa se detallan diversas medidas para cumplir con la normativa, eliminando los efectos negativos denunciados, de forma efectiva y seria. Al respecto, cabe señalar que parte de estas medidas ya fueron iniciadas por parte de Unacem, demostrando su compromiso con el Programa de Cumplimiento.

27. Antes de finalizar, hago presente que mi representada manifiesta desde ya su entera disposición a aclarar y complementar los antecedentes acompañados en esta presentación, tanto respecto del Programa de Cumplimiento, como en relación a cualquier otro antecedente relativo al Proyecto que esta Superintendencia estime pertinente.

POR TANTO:

SOLICITO A LA SRA. FISCAL DE LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE, tener por presentado Programa de Cumplimiento en tiempo en el procedimiento sancionatorio Rol D-020-2026, aprobarlo y, en definitiva, decretar la suspensión de dicho procedimiento.

PRIMER OTROSÍ: Solicito la Sra. Fiscal Instructora Titular, tener por acompañados a este procedimiento sancionatorio, los siguientes documentos:

- **Anexo 01.** Programa de Cumplimiento elaborado por Unacem en relación con el procedimiento sancionatorio Rol D-020-2026.

- **Anexo 02.** Copia autorizada de la escritura pública de la escritura pública de fecha 2 de julio de 2025, otorgada ante la Notaría Pública de Santiago don Juan Ricardo San Martín Urrejola, bajo el Repertorio N° 19.146 -2025, en la cual consta mi personería para actuar en representación de **Unacem Chile S.A.**
- **Anexo 03.** Presupuesto de tratamiento superficial doble para Cantera Popeta, emitido por la empresa Icosan, mediante el cual se proponen los servicios de pavimentación para tramo 1 de camino desde cantera.
- **Anexo 04.** Comprobante N°1084773 de remisión de antecedentes de fecha 08 de enero de 2026 dirigida a la SMA, respecto de las condiciones, compromisos y medidas establecidas en la RCA, correspondiente a la construcción de los pozos de monitoreo comprometidos.
- **Anexo 05.** Informe Técnico pozo profundo monitoreo Unacem Chile S.A. Yacimiento Puzolana Popeta comuna de Melipilla Región Metropolitana.
- **Anexo 06.** Cotización N° EHS - 651118-1 para servicios de muestreo y análisis de aguas subterráneas emitida por SGS Chile Ltda.
- **Anexo 07.** Solicitud de accesos a rutas nacionales y rutas concesionadas y factibilidad dirigida al MOP de fecha 13 de octubre de 2025.
- **Anexo 08.** Carta conductora presentada por Unacem Chile S.A. de fecha 13 de octubre de 2025, mediante la cual se realiza la solicitud de factibilidad para implementar y materializar pista de aceleración y desaceleración de acceso a la Ruta G-60, Km 15-16 y dar cumplimiento a RCA N°349/2011 del SEA, correspondiente al Proyecto de Explotación “Yacimiento Puzolanas Popeta”.
- **Anexo 09.** Carta Gantt relativo a la implementación del Plan de Cumplimiento. Que, sin perjuicio del cronograma acompañado en el anexo N°1, en directo cumplimiento de las directrices entregadas por la autoridad, se acompaña documento Excel complementario, en que se entregan mayores detalles de la forma y plazos de implementación del PdC.
- **Anexo 10.** Cotización Monitoreo Material Particulado Discreto de SERPRAM a Unacem.
- **Anexo 11.** Orden de Compra N°4400472074, por la contratación del servicio de Medición de MP10, Cantera Popeta.
- **Anexo 12.** Informe ING-052-17 de fecha 16 de abril de 2018 emitido por Ingeniería y Proyectos ICNOVA SpA mediante el cual informa sobre Plan Monitoreo de Aguas Subterráneas – Yacimiento de Puzolana Popeta.
- **Anexo 13.** Memorándum DGA RM N°94 de fecha 8 de mayo de 2018, mediante el cual se envía informe corregido Plan Monitoreo de Aguas Subterráneas – Yacimiento de Puzolana Popeta.

- **Anexo 14.** Ordinario DGA RM N°826 de fecha 17 de mayo de 2018, mediante el cual responde ante solicitud asociada al Plan Monitoreo de Aguas Subterráneas – Yacimiento de Puzolana Popeta.
- **Anexo 15.** Especificaciones técnicas de construcción de un sistema de pavimentación de caminos en cantera.
- **Anexo 16.** Mapa de ubicación de tramos a pavimentar.
- **Anexo 17.** Cadena de correos enviados entre personal de SGS Chile y Unacem a fin de cotizar el monitoreo de aguas subterráneas.
- **Anexo 18.** Cadena de correos enviados entre personal de Hidrolab y Unacem a fin de cotizar el monitoreo de aguas subterráneas.
- **Anexo 19.** Mapa de puntos de Monitoreo Puzolana Popeta, archivo en formato kmz.
- **Anexo 20.** Mapa de proyecto de pavimentación en Cantera Puzolana Popeta, archivo en formato kmz.
- **Anexo 21.** Respuesta a consulta de fecha 6 de agosto de 2025 por parte del Ministerio de Obras Públicas, respecto de cómo proceder con la materialización de una pista de aceleración y desaceleración a la Ruta G-60.
- **Anexo 22.** Respuesta a consulta de fecha 18 de noviembre de 2025 por parte del Ministerio de Obras Públicas, sobre estado de solicitud de factibilidad.

SEGUNDO OTROSÍ: Solicito la Sra. Fiscal Instructora Titular, tener presente que Unacem Chile S.A hace expresa reserva de su derecho para con posterioridad, y en caso de rechazo del Programa de Cumplimiento presentado, hacer valer sus descargos en este procedimiento sancionatorio.

TERCER OTROSÍ: Solicito la Sra. Fiscal Instructora Titular, que, conforme al Resuelto VIII de la Formulación de Cargos, **tenga por suspendido el plazo que asiste a nuestra representada para la presentación de descargos**, para el improbable evento que esta Superintendencia rechace el Programa de Cumplimiento acompañado en el Primer Otrosí de esta presentación.

CUARTO OTROSÍ: Solicito la Sra. Fiscal Instructora Titular, tener presente que, por medio de este acto, vengo en designar como apoderados para el procedimiento administrativo sancionatorio ya individualizado, en conformidad al artículo 22 de la Ley N°19.880 de Bases de los Procedimientos Administrativos, a los abogados habilitados para el ejercicio de la profesión, doña **María Claudia Delgado Atenas**, cédula nacional de identidad [REDACTED] don **Vicente Muñoz Piwonka**, cédula nacional de identidad [REDACTED] don **Tomás Jacques Zaliasnik Majlis**, cédula nacional de identidad [REDACTED] todos domiciliados

para estos efectos en El Golf N° 150, Piso 4, Las Condes, Santiago, quienes podrán actuar en forma separada o conjunta, indistintamente. Lo anterior, sin perjuicio del poder con el que actuó.

QUINTO OTROSÍ: Solicito la Sra. **Fiscal Instructora Titular**, tener presente los siguientes datos de contacto, a fin de ser notificados válidamente de las resoluciones que se notifiquen:



GONZALO
EDUARDO
BRAVO
VALENZUELA

Firmado digitalmente
por GONZALO
EDUARDO BRAVO
VALENZUELA
Fecha: 2026.02.27
15:41:23 -03'00'

TOMAS
JACQUES
ZALIASNIK
MAJLIS

Firmado
digitalmente por
TOMAS JACQUES
ZALIASNIK MAJLIS
Fecha: 2026.02.27
16:12:47 -03'00'

VICENTE
MUNOZ
PIWONKA

Firmado
digitalmente por
VICENTE MUNOZ
PIWONKA
Fecha: 2026.02.27
16:01:42 -03'00'

MARIA
CLAUDIA
DELGADO
ATENAS

Firmado
digitalmente por
MARIA CLAUDIA
DELGADO ATENAS
Fecha: 2026.02.27
16:35:51 -03'00'

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO

RES. EX. N°1/ROL D-020-2026

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO	Hecho 1
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	No implementar la medida de sistema de lavado de ruedas.
NORMATIVA PERTINENTE	RCA N°349/2011 Considerando 5.1 “Respecto de los impactos ocasionados sobre el componente ambiental Aire, referidos a las Emisiones Atmosféricas, el titular no requiere presentar un Plan de Compensación de Emisiones y se obliga a implementar las siguientes medidas de control de emisiones durante todas las fases del proyecto: (...) 5.1.1.6 Lavar el lodo de las ruedas de los vehículos que abandonen la faena”. Considerando 5.8. “Respecto de los impactos ocasionados sobre la Vialidad Adyacente, el titular obliga a implementar las siguientes medidas: (...) 5.8.6 De no existir caminos interiores asfaltados o con radier de hormigón deberá considerarse un sistema de lavado de ruedas para evitar el arrastre del barro adherido a los neumáticos de los camiones debido a la humectación de caminos interiores y de accesos, pues al secarse el mismo por el tránsito por caminos exteriores este origina su desprendimiento y la generación de polvo resuspendido”.
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	• Se identificó que, el sistema de lavado de ruedas no se encuentra implementado, pese a que todos los caminos interiores del predio son de tierra. • Es posible establecer que este incumplimiento pudo implicar, a lo menos, la generación de emisiones de material particulado por la resuspensión del polvo. • Esto se debe a que, a partir de la operación en faenas y del camino de tierra por el cual circulan los camiones, las ruedas de estos camiones levantan material particulado al transitar, cuando el camino está seco y adhiriéndose tierra y polvo a las ruedas. • Este paso de camiones genera polvo resuspendido en el ambiente, lo cual produciría efectos negativos. • Asimismo, al no tener un lavado de ruedas, el barro adherido a los neumáticos de los camiones, cuando el camino esté húmedo, sería llevado a caminos exteriores, produciendo polvo y desprendimiento de tierra. De esta manera se produciría un arrastre de sedimentos hacia la vía pública también.
FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS	Para mitigar y evitar la generación de emisiones de material particulado por la resuspensión del polvo, se proponen las siguientes acciones: 1. Pavimentación de los 3 tramos de camino involucrados con el ingreso y salida de camiones desde la Cantera, cuyo detalle es el siguiente:

- Tramo 1, cubrirá el camino de acceso desde el portón de acceso hasta la Romana de Pesaje
- Tramo 2, cubrirá el camino de acceso desde la Romana de Pesaje hasta el rajo de la Cantera
- Tramo 3, cubrirá el camino de Salida desde el Rajo de la Cantera hasta la Romana de Pesaje.

Esta medida implica una disminución de la generación de emisiones de material particulado, por cuanto ahora los camiones no transitarían por caminos sin pavimentar y de tierra, de manera tal que no se adheriría tierra o barro a las ruedas, no generando una resuspensión del polvo.

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

- Pavimentación total de los tramos del camino de tierra desde la Cantera.
-

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN (fechas precisas de inicio y de término)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial)	COSTOS INCURRIDOS (en miles de \$)	
No Aplica	Acción	No Aplica	No Aplica	Reporte Inicial	No Aplica	No Aplica
	No Aplica					
	Forma de Implementación					

	No Aplica					
2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN						
Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.						
N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN (fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
1	Acción	Inicio del proceso de licitación el 01/02/2026 y finaliza el 08/05/2026, según carta Gantt. Sujeto a la resolución de aprobación del Programa.	Medición de Emisiones y Reporte Gráfico de verificación antes y después de ejecutada las obras de mitigación, para garantizar efectividad de la medida sustitutiva propuesta, dada la complejidad técnica de la indicada en el considerando 5.8 Se ejecuta la pavimentación de los diferentes tramos.	Reporte Inicial	\$120.000	Impedimentos
	Pavimentación de los 3 tramos de camino involucrados con el ingreso y salida de camiones desde la Cantera.			- Registros inicio de proceso de licitación - Planos y cronograma del terreno en el cual se pretende pavimentar		No Aplica
	Forma de Implementación			Reportes de avance		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	Iniciar un proceso de licitación de la ejecución de la medida de reemplazo propuesta, a cambio el Sistema de Lavado de ruedas, para que sea adjudicado y ejecutado por una empresa.			- Informe de adjudicación de licitación. - Orden de compra para la empresa que vaya a pavimentar - Informe de inicios de obras - Reportes semanales sobre el estado de obras		No Aplica
				Reporte final		
				- Informe de trabajo de pavimentación por tramo terminado - Documentos que acrediten los costos totales incurridos		

				Fotografías de los tramos pavimentados	
--	--	--	--	--	--

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
No Aplica	Acción	No Aplica	No Aplica	Reportes de avance	No Aplica	Impedimentos
	No Aplica			No Aplica		No Aplica
	Forma de Implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	No Aplica			No Aplica		No Aplica

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS

Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA (N° Identificador)	PLAZO DE EJECUCIÓN (a partir de la ocurrencia del impedimento)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	
	Acción	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Reportes de avance	No Aplica	

No Aplica	No Aplica				No Aplica		
	Forma de implementación				Reporte final		
	No Aplica				No Aplica		

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO	Hecho 2	
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	No implementar de manera oportuna los pozos de monitoreo del acuífero comprometidos.	
NORMATIVA PERTINENTE	RCA N°349/2011 Considerando 5.5 “Respecto de los eventuales impactos ocasionados sobre el componente ambiental Aguas Subterráneas, el titular se obliga a implementar lo siguiente: 5.5.1 Mantener un monitoreo del acuífero durante las etapas de operación y previo al cierre del proyecto, para lo cual se deberá considerar factores tales como la dirección del flujo, gradiente hidráulica, estratigrafía, etc. Una vez que se tenga dicha información se deberán definir, en conjunto con la Dirección General de Aguas, los pozos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del proyecto, además de la frecuencia del monitoreo, parámetros a considerar y las medidas ante eventuales anomalías”.	
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	- Se identificó que no se habilitó los pozos de monitoreo de calidad de aguas, para los Punto P1 (aguas arriba) y punto P2 (aguas abajo), ni ha reportado en la frecuencia y parámetros del informe ING-052-17 (Anexo 8) de fecha 16 de abril de 2018, “Plan de monitoreo de Aguas Subterráneas. Yacimiento de Puzolana Popeta”. - Se omitió la obligación de construir los pozos por un largo período de tiempo, comprometiendo el seguimiento de la variable ambiental de interés, conforme a lo establecido en la evaluación ambiental del proyecto. - Al existir un retraso, por no haberse habilitado oportunamente los pozos de monitoreo, no se ha podido realizar un muestreo de la calidad de aguas subterráneas, lo que podría implicar que las aguas no estarían cumpliendo con lo establecido por la Dirección General de Aguas en virtud de la RCA.	

	- Este incumplimiento se debe a la no construcción de pozos, los cuales actualmente se encuentran habilitados, estando pendiente únicamente la iniciación del plan de monitoreo de aguas establecido. - Sin este monitoreo, no se puede hacer un seguimiento y control para garantizar la integridad de los servicios ecosistémicos del subsuelo, habiendo nula capacidad para detectar una posible contaminación.
FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS	Para eliminar los efectos, se proponen las siguientes acciones: - Habilitación de pozos de monitoreo - Iniciar con el Plan de Monitoreo de Aguas

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

- Iniciar el Plan de Monitoreo y realizar 2 monitoreos anuales.

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN (fechas precisas de inicio y de término)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial)	COSTOS INCURRIDOS (en miles de \$)	
2	Acción	Inicio con fecha 13/11/2025. Finalizado con fecha	Se envía reporte a SMA con fecha 8 de enero de 2026, en el cual se informa el cumplimiento de la medida establecida en la RCA, respecto de la construcción de pozo	Reporte Inicial	\$16.065	
	Habilitación de pozos de monitoreo de aguas subterráneas en la Planta de extracción			Ingreso solicitud comprobante N° 1084773 ante la SMA, con fecha 8 de enero de 2026		
	Forma de Implementación					

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
No Aplica	Acción	No Aplica	No Aplica	Reportes de avance	No Aplica	Impedimentos
	No Aplica			No Aplica		No Aplica
	Forma de implementación			Reporte final		Forma de implementación
	No Aplica			No Aplica		No Aplica

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS

Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA (N° Identificador)	PLAZO DE EJECUCIÓN (a partir de la ocurrencia del impedimento)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	
No Aplica	Acción	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Reportes de avance	No Aplica	
	No Aplica				No Aplica		
	Forma de implementación				Reporte final		
	No Aplica				No Aplica		

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO	Hecho 3	
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	Construcción e implementación de pistas de aceleración y desaceleración para el acceso y salida a la Ruta G-60, sin contar con la aprobación de la Dirección Regional de Vialidad del MOP	
NORMATIVA PERTINENTE	RCA N°349/2011 Considerando 5.8 “Respecto de los impactos ocasionados sobre la Vialidad Adyacente, el titular se obliga a implementar las siguientes medidas: 5.8.1 El acceso desde la Ruta G-60 hacia el Yacimiento, incluidas las pistas de aceleración y desaceleración, deberá ser aprobado por la Dirección Regional de Vialidad, MOP”. ADENDA 2: 5. Otras Consideraciones Relacionadas con el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto. Respuesta V.4: “El titular acoge la observación. Previo a la ejecución de las obras de las pistas de aceleración y desaceleración se solicitará la aprobación de la Dirección Regional de Vialidad para dichas obras”.	
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	• Se identificó que la pista de aceleración y desaceleración no cuenta con la aprobación de la Dirección Regional de Vialidad del MOP • Se identificó que la habilitación de estas pistas debía ser ejecutada en etapa de construcción, por lo que la aprobación debió ejecutarse previo al inicio de las actividades respectivas. • La no habilitación de pistas implicaría posibles siniestros viales, a partir de la circulación de camiones provenientes de la Planta. • Asimismo, la ausencia de estas pistas podría incidir directamente en la degradación de la calidad del aire y el incremento de las emisiones atmosféricas. Al carecer de una pista de aceleración, los camiones se ven forzados a realizar maniobras de incorporación que elevan significativamente la tasa de emisión de material particulado y favoreciendo el desgaste de neumáticos, aportando carga contaminante adicional. • Al no existir una zona de tránsito confinada y pavimentada se produce el uso de bermas y suelos naturales para maniobras de giro y detención, introduciendo material particulado a la Ruta.	
FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS	Para eliminar los efectos, se proponen las siguientes acciones: 4. Construcción de pistas de aceleración y desaceleración para el acceso y salida a la Ruta G-60	

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

- Obtener aprobación de la Dirección Regional de Vialidad del MOP.
- Construcción de pistas de aceleración y desaceleración para el acceso y salida a la Ruta G-60

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS INCURRIDOS	
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(fechas precisas de inicio y de término)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reporte Inicial)	(en miles de \$)	
No aplica	Acción	No aplica	No aplica	Reporte Inicial	No aplica	
	No aplica			No aplica		
	Forma de Implementación					
	No aplica					

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
------------------	-------------	--------------------------------------	-----------------------------	------------------------	------------------	-------------------------

ADO R	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
No aplica	Acción	No aplica	No aplica	Reporte Inicial	No aplica	Impedimentos
	No aplica			No aplica		No aplica
	Forma de Implementación			Reportes de avance		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
				No aplica		
	No aplica			Reporte final		No aplica
				No aplica		

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDEN TIFIC ADO R	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
4	Acción	Inicio una vez se obtenga la aprobación del MOP y término a los 8 meses desde la notificación de	Obtención de Resolución en proceso N° 19553133 del Subdepartamento de Administración de Faja del Departamento de Proyectos del MOP	Reportes de avance	50.000 semestral	Impedimentos
	Construcción de pistas de aceleración y desaceleración para el acceso y salida a la Ruta G-60			Resolución de aprobación del MOP de la factibilidad de la construcción de pistas de aceleración y desaceleración		Observaciones o retrasos derivados de la Dirección Regional de Vialidad del MOP.

		aprobación, según carta Gantt		- Informe de Ejecución de Obras - Informe de Recepción de Obras	
	Forma de implementación			Reporte final	Forma de implementación
	Obtener aprobación de la Dirección Regional de Vialidad del MOP			- Informe de Avance y Termino de Obras - Set fotográfico con detalles de la construcción de las pistas señaladas	No Aplica

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS

Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA (N° Identificador)	PLAZO DE EJECUCIÓN (a partir de la ocurrencia del impedimento)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	
No Aplica	Acción	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Reportes de avance	No Aplica	
	No Aplica				No Aplica		
	Forma de implementación				Reporte final		
	No Aplica				No Aplica		

3. PLAN DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIONES Y METAS

3.1 REPORTE INICIAL

REPORTE ÚNICO DE ACCIONES EJECUTADAS Y EN EJECUCIÓN.

PLAZO DEL REPORTE (en días hábiles)	30	Días hábiles desde de la notificación de la aprobación del Programa.
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar
	1	Pavimentación de los 3 tramos de camino involucrados con el ingreso y salida de camiones desde la Cantera
	2	Habilitación de pozos de monitoreo
	3	Iniciar con el Plan de Monitoreo de Aguas

3.2 REPORTES DE AVANCE

REPORTE DE ACCIONES EN EJECUCIÓN Y POR EJECUTAR.

TANTOS REPORTES COMO SE REQUIERAN DE ACUERDO A LAS CARÁCTERÍSTICAS DE LAS ACCIONES REPORTADAS Y SU DURACIÓN

PERIODICIDAD DEL REPORTE (Indicar periodicidad con una cruz)	Semanal		A partir de la notificación de aprobación del Programa. Los reportes serán remitidos a la SMA en la fecha límite definida por la frecuencia señalada. Estos reportes incluirán la información hasta una determinada fecha de corte comprendida dentro del periodo a reportar.
	Bimensual (quincenal)		
	Mensual		
	Bimestral	x	
	Trimestral		
	Semestral		
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar	
	1	Pavimentación de los 3 tramos de camino involucrados con el ingreso y salida de camiones desde la Cantera	
	2	Iniciar con el Plan de Monitoreo de Aguas	
	3	Construcción de pistas de aceleración y desaceleración para el acceso y salida a la Ruta G-60	

3.3 REPORTE FINAL

REPORTE ÚNICO AL FINALIZAR LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA.

PLAZO DE TÉRMINO DEL PROGRAMA CON ENTREGA DEL REPORTE FINAL	20	Días hábiles a partir de la finalización de la acción de más larga data.
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar
	1	Pavimentación de los 3 tramos de camino involucrados con el ingreso y salida de camiones desde la Cantera
	2	Iniciar con el Plan de Monitoreo de Aguas
	3	Construcción de pistas de aceleración y desaceleración para el acceso y salida a la Ruta G-60

4. CRONOGRAMA

[illegible][illegible]

REPERTORIO N°19.146-2025.-

PROT. N°212.-

C B E.a

114819 Gonzalo Bravo

ID.41582

MANDATO JUDICIAL

UNACEM CHILE S.A.

A

ANTONIO RUBILAR SUÁREZ Y OTROS

En Santiago de Chile, a dos de julio del año dos mil veinticinco, ante mí, **MAURICIO HUMBERTO REINOSO CIFUENTES**, Abogado, Notario Suplente, del Titular de la Cuadragésima Tercera Notaría de Santiago, de don **JUAN RICARDO SAN MARTIN URREJOLA**, según Decreto Judicial que se protocoliza en esta Notaría, con oficio en calle Huérfanos número ochocientos treinta y cinco, piso dieciocho, comuna de Santiago, comparece: **JOSÉ ESTEBAN ROJAS PÉREZ**, chileno, casado, ingeniero, cédula nacional

actuando en

representación de **UNACEM CHILE S.A.**, sociedad del giro

1



20250707120340CBE



Código de Verificación: 20250707120340CBE



de su denominación, rol único tributario número noventa y nueve millones quinientos ochenta y siete mil quinientos veinte guion nueve; ambos domiciliados para estos efectos en Avenida del Valle Sur, número quinientos setenta y seis, oficina quinientos uno, comuna de Huechuraba, Región Metropolitana (en adelante e indistintamente, el "Mandante"). El compareciente mayor de edad, quien acredita su identidad con la cédula ya citada y expone:

PRIMERO: Que, en este acto, viene en otorgar mandato judicial amplio, en los términos que se indica en este instrumento, a las siguientes personas: **A) ANTONIO RUBILAR SUÁREZ**, chileno, casado, abogado, cédula

GONZALO EDUARDO BRAVO VALENZUELA, chileno, casado,

FRANCISCO ANDRÉS ALARCÓN DIAZ, chileno, soltero,

D) MARÍA CLAUDIA ATENAS DELGADO, chilena, soltera.

“Mandatarios”), todos domiciliados profesionalmente para

estos efectos en Avenida El Golf número ciento cincuenta, piso cuatro, comuna de Las Condes, ciudad de Santiago, Región Metropolitana. **SEGUNDO:** Los Mandatarios antes designados podrán representar al Mandante, actuando separada e indistintamente, en todas clase de asuntos y juicios civiles, ejecutivos, administrativos, de hacienda, o de cualquiera otra naturaleza que se inicien, tramiten o ventilen ante tribunales ordinarios, especiales, arbitrales, incluyendo a modo de ejemplo y sin que sea limitativo, el Tribunal Constitucional, la Contraloría General de la República, la Superintendencia de Servicios Sanitarios, entre otros, así intervenga el Mandante como demandante, demandando, denunciante, denunciado, administrado, o tercero de cualquier especie, pudiendo ejercer toda clase de acciones, ya sean ordinarias, ejecutivas, especiales, de tutela de garantías constitucionales, administrativas, sancionatorias o de cualquiera otra especie, relativas al Mandante, sus bienes muebles e inmuebles o a cualquier acto o contrato, entre otros, y solicitar todas las autorizaciones, formular todas las declaraciones que estimen convenientes o necesarias para los intereses del Mandante. En el ejercicio de este Mandato, los Mandatarios contarán con las facultades de desistirse en primera instancia de las acciones deducidas, absolver posiciones, transigir, percibir, avenir, aprobar convenios, comprometer,

Código de Verificación: 20250707120340CBE

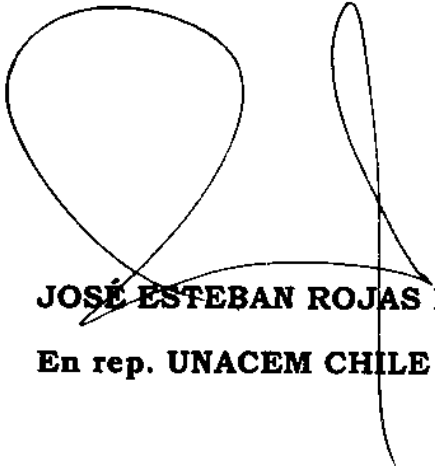




otorgar a los árbitros facultades de arbitradores, representarlo en comparendos de conciliación, conciliar, renunciar a plazos y recursos y, en general, todas las indicadas en ambos incisos del artículo séptimo del Código de Procedimiento Civil, las que se dan por íntegramente reproducidas en este acto. **TERCERO:** Los Mandatarios tendrán la facultad de delegar el presente Mandato en forma total o parcial, pudiendo revocar dichos mandatos y delegaciones. Sin embargo, se deja expresa constancia que los Mandatarios no tendrán facultades para ser notificados ni emplazados válidamente de nuevas demandas en contra del Mandante. En definitiva, el Mandante confiere a los Mandatarios cuantas facultades expresas requieran las leyes, tantas cuantas pudiere tener los otorgantes si estuvieren personalmente presentes para efectos de cumplir con el encargo. **PERSONERÍA:** La personería de **José Esteban Rojas Pérez** para representar a la sociedad **UNACEM CHILE S.A.** consta en escritura pública con fecha veinticinco de enero del año dos mil veinticuatro, otorgada ante el Notario Público Titular de la Vigésimo Novena Notaría de Santiago, don Evaldo Daniel Rehbein Utreras, número de repertorio cuatrocientos treinta y cuatro guion dos mil veinticuatro. La citada personería no se inserta, por ser conocidas de las partes y del Notario que autoriza. La presente minuta fue redactada por el abogado Gonzalo Bravo Valenzuela.

J. RICARDO SAN MARTIN U.
NOTARIO PUBLICO
NOTARIA N° 43
HUERFANOS 835, PISO 18
SANTIAGO

En comprobante y previa lectura, firma el
compareciente. Se da copia. Doy fe.

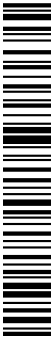



JOSÉ ESTEBAN ROJAS PÉREZ
En rep. UNACEM CHILE S.A.

AUTORIZO DE CONFORMIDAD
AL ART. 402 DEL
CODIGO ORGANICO DE TRIBUNALES



Código de Verificación: 20250707120340CBE



N° REP: 19146-2025-
: 50000.-



43ª
NOTARIA

JUAN RICARDO SAN
MARTIN URREJOLA
Santiago, 07-07-2025

ES TESTIMONIO FIEL DEL ORIGINAL.
Documento emitido con Firma Electrónica
Avanzada, conforme a la Ley N°19.799 y el
Auto Acordado de la Excm. Corte
Suprema de Justicia de fecha 10 de
Octubre de 2006. Verifique en
www.cbrchile.cl y/o
www.notariasanmartin.cl con el código:
20250707120340CBE



**"TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE , CANTERA
POPETA"**

Mandante Sr. René Elgueta
Ubicación Avenida las industrias, San Juan
Fecha 16 de febrero de 2026

ITEM I		ACCESO POPETA			
N°	DESCRIPCION	UN.	CANTIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1.0	Topografía y señalización de obra	M2	1750	\$ 786	\$ 1.375.000
1.1	Perfilamiento y compactación terreno	M2	1750	\$ 2.454	\$ 4.295.000
1.2	Preparación de superficie e imprimación	M2	1750	\$ 4.197	\$ 7.345.000
1.3	Tratamiento Superficial simple doble	M2	1750	\$ 17.854	\$ 31.245.000

Subtotal I \$ 42.885.000

Todas las actividades a realizar serán supervisadas.

Se consideran todas las maquinarias (Rodillo liso, motoniveladora, retroexcavadora, Gravilladora, Barredora, camion imprimador, Rodillo neumatico)

El plazo para ejecutar los trabajos no superará los 10 días Hábiles

Se solicitará un area destinada para dejar en custodia maquinarias

Se solicitará un adelanto inicial de un 30%

Todos los suministros estan incluidos en la cotización

El valor de los m2 estarán a precio unitario

Esta cotización tiene una validez de 45 días, despues de eso se tendran que actualizar precios

COSTO DIRECTO	\$ 42.885.000
GG Y UT (15%)	\$ 6.432.750
Total Neto	\$ 49.317.750
IVA (19%)	\$ 9.370.373
TOTAL	\$ 58.688.123


DIEGO ROJAS C.
INGENIERO CONSTRUCTOR

Reportado por: René Elgueta

Fecha y Hora de emisión: 08-01-2026 11:22:46

COMPROBANTE N°1084773

Remisión de antecedentes respecto de las condiciones, compromisos y medidas establecidas en las resoluciones de calificación ambiental

Titular

UNACEM CHILE S.A.

RUT Titular

99587520-9

1. Información básica

1.1 Tipo Reporte

Seguimiento Ambiental

1.2 Nombre Reporte

INFORME CONSTRUCCIÓN POZO PROFUNDO - POZO 1 Y 2 MONITOREO AGUAS ABAJO Y AGUAS ARRIBA - UNACEM CHILE S.A

1.3 Descripción Documento

Informe Técnico Pozos Profundos construidos para Monitoreo aguas arriba y aguas abajo, según Plan Monitoreo Aguas Subterráneas aprobado ORD DGA RMS N°826 Yacimiento Puzolanas Popeta

1.4 RCAs asociadas

Proyecto

349/2011 YACIMIENTO DE PUZOLANA POPETA

Resolución exenta

349

Titular

UNACEM CHILE S.A.

Año

2011

Considerando

5.5.1

Organismo

SEA REGIONAL

Estado

En Admisibilidad

Región

Región Metropolitana

Extracto

De acuerdo con lo establecido en el Considerando 5.5.1 de la RCA N°349/2011, informar de la habilitación de pozos de monitoreo de calidad de aguas subterráneas, tanto aguas arriba como aguas abajo del rajo de explotación del proyecto, luego de haber definido de manera conjunta con la Dirección General de Aguas,

ubicación, definición de frecuencia del monitoreo, parámetros a considerar y las medidas ante eventuales anomalías

Unidades Fiscalizables a las que pertenece la RCA

- EXTRACCION PUZOLANA MINERA RIO TENO -
MELIPILLA

2. Período que informa el reporte

2.1 Período que informa el reporte

13-11-2025 --- 28-11-2025

2.2 Frecuencia

Única

3. Alcance del reporte de seguimiento ambiental

3.1 ¿Caracteriza componentes del medio ambiente?

No

3.2 Medios receptores

 No se reportó medios receptores

3.3 ¿Caracteriza elementos generados?

Sí

3.4 Medios emisores

Agua

- Otros

3.5 Otro alcance

 No se reportó otro alcance

4. Organismos Públicos

4.1 Organismos Públicos a los cuales debe ser remitida la información, de acuerdo a lo establecido en la RCA

- SMA

- DGA

4.2 Otro(s) organismo(s)

 No se indicó otros organismos.

5. Planes de descontaminación

5.1 ¿Da respuesta a alguna obligación contenida en un Plan de Descontaminación?

No

5.2 Planes de descontaminación involucrados

 No se indicó planes de descontaminación.

6. Normas de emisión

6.1 ¿Da respuesta a alguna obligación contenida en una Norma de Emisión?

No

6.2 Normas de emisión involucrados

i No se indicó normas de emisión.

7. ETFA / Otros organismos

7.1 ¿Cuenta con antecedentes generados por Entidad(es) Técnica(s) de Fiscalización Ambiental (ETFA)?

No

7.2 ETFAs Asociadas

i No se asoció ninguna ETFA.

7.3 ¿Cuenta con antecedentes generados por otros organismos no ETFA?

No

7.4 Organismos terceros ingresados/asociados

i No se asoció ningún organismo tercero no ETFA.

8. Documentos del reporte de seguimiento ambiental

INFORME CONSTRUCCIÓN POZO PROFUNDO - POZO 1
Y 2 MONITOREO AGUAS ABAJO Y AGUAS ARRIBA-
UNACEM CHILE S.A.pdf

9. Documentos asociados a sub componentes ambientales

i No se adjuntaron documentos asociados a sub componentes ambientales.

10. Anexos del reporte de seguimiento ambiental

Considerando 5.5.1 ORD_DGA_826 1.pdf

Considerando 5.5.1 Informe Corregido 2.pdf

Considerando 5.5.1 Memo DCPRH_94 1.pdf



 Imprimir

**INFORME TÉCNICO POZO PROFUNDO MONITOREO
UNACEM CHILE S.A. YACIMINETO PUZOLANA POPETA
COMUNA DE MELIPILLA REGIÓN METROPOLITANA.**

Elaborado por:



	Tipo de Documento
	Informe Pozo Profundo

Fecha	Emitido Para	Redactado por	N° Informe
26/11/2025	UNACEM Chile S.A.	Cristofer Sánchez G.	0205

Índice

INFORMACIÓN GENERAL.....	3
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	4
PLANO ESTRATIGRÁFICO	5
SET FOTOGRÁFICO.....	6



PATAGONIA® JPSR.



INFORMACIÓN GENERAL

En sector de **Yacimiento Puzolana, Sector Popeta**, comuna de **Melipilla**, región **Metropolitana**, con fecha 13 de Noviembre de 2025 se da inicio a construcción de Pozo Profundo.

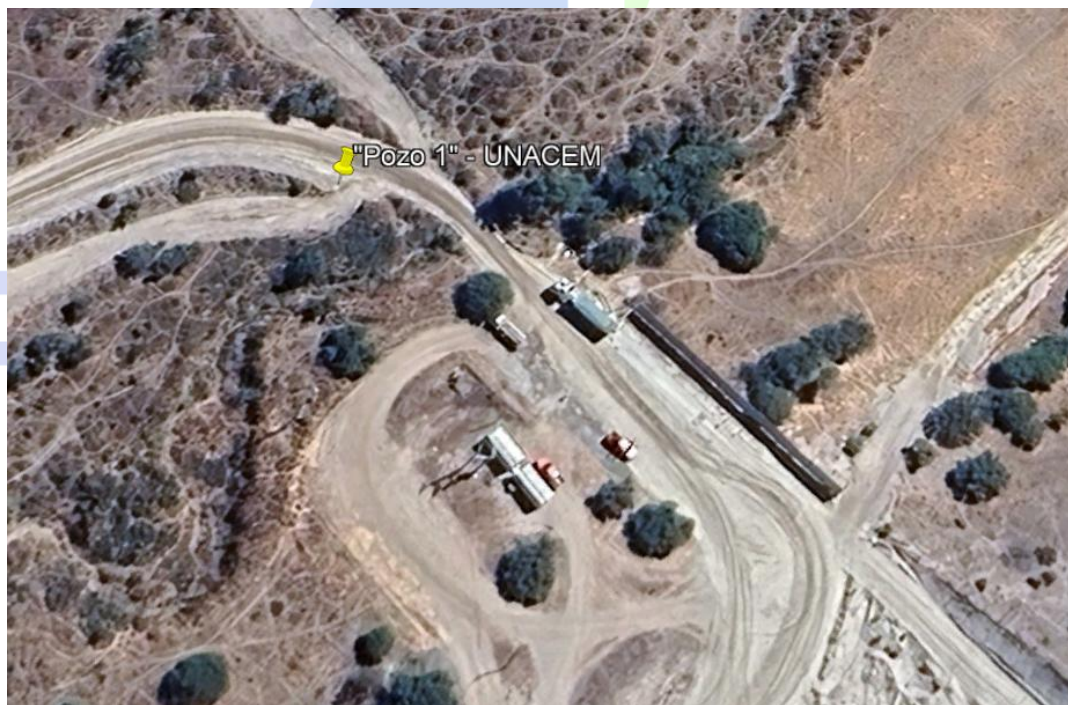
Datos del propietario:

Nombre: Unión Andina de Cementos S.A. (UNACEM)

Rut: 99.587.520-9

Contacto: -

Coordenadas Mapa: Norte: 6256544 m S, Este: 286106 m E. **Zona:** 19 H



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Diámetro de pozo profundo: 5".

Revestimiento: Revestido en cañería Acero al carbono SCHU 40, Cribas 1.5 mm.

Profundidad: 50 metros de profundidad.

Denominación del Pozo (nombre): "Pozo 1" – Pozo Aguas Abajo.

Nivel Estático de Agua: 17,8 Metros

Al momento de la evacuación del agua en cuestión, se logra visualizar esta de color **turbia**, con restos de **sedimentos propios del sector**.

Paso a paso perforación pozo profundo:

1.- Se inicia perforación con maquina perforadora roto percusión, de procedencia china, marca Kaishan, modelo KW600c. Introduciendo cañería acero al carbono SCHU 40, Cribas 1.5 mm, en tramos de 6.00 metros de largo que se unen entre si con tres cordones de soldadura 7018 de marca indura, hasta lograr el objetivo que en este caso son **50 metros** de profundidad.

2.- En ayuda a la evacuación de material y o sedimento desde el interior del pozo se inyecta aire comprimido (12 bar) hasta que este quede limpio. A los **40 metros de Profundidad** se logra apreciar los primeros indicios de agua en la perforación.

3.- Posterior a la perforación del pozo, se realiza una limpieza de este con aire a presión y agua, para eliminar restos que puedan quedar en su interior.

4.- Luego de la limpieza, se retiran las barras de perforación y los equipos que se usaron para realizar la obra.

5.- Finalmente, se fabrica una tapa metálica para el pozo, se pinta la tapa junto con la tubería que sobresale y se procede a colocar una cerradura con candado.



PLANO ESTRATIGRÁFICO

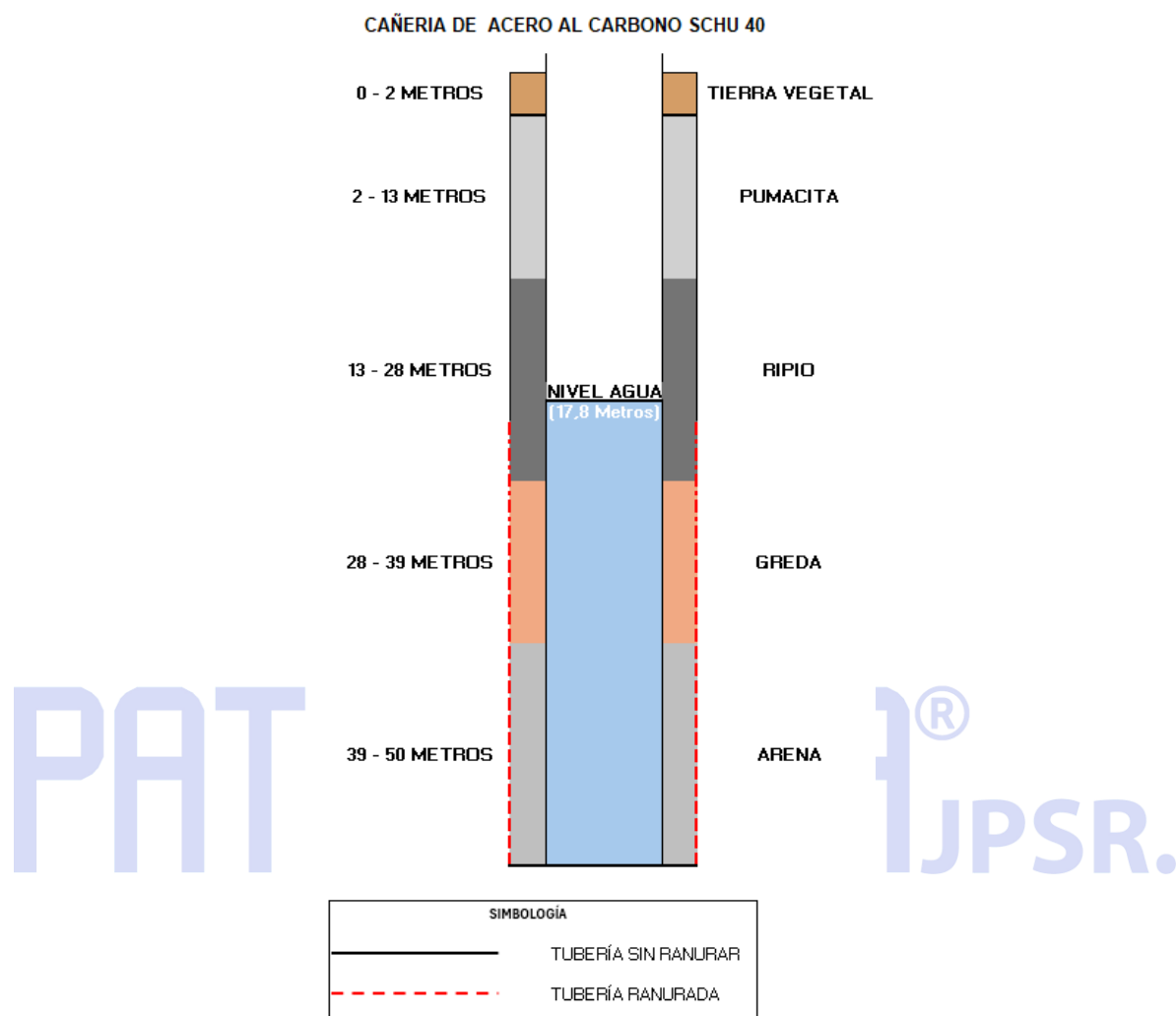


Figura 1. Perfil Estratigráfico de Pozo Profundo.



SET FOTOGRÁFICO



1. Comienzo de Perforación



2. Comienzo de Extracción de Agua.



3. Medición de Profundidad de Nivel estático de Agua (17,8 metros)

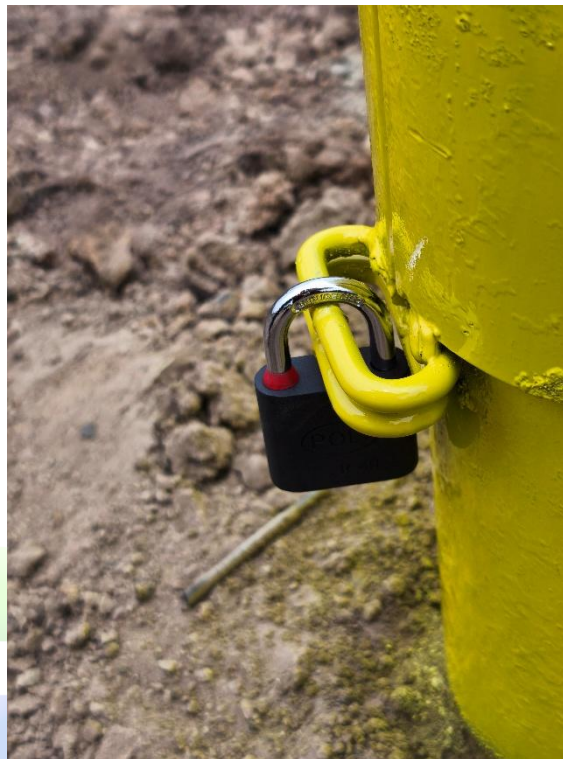


4. Pozo terminado, con tapa de acero y pintura para que sea visible desde vehículos.





5. Indicador de nombre de Pozo "Pozo 1" en tapa de protección.



6. Candado de protección para pozo profundo.

PATAGONIA[®]JPSR.

Atte.

Juan Pablo Sánchez Rojas
Rut: 14.306.069-1
Técnico Mecánico e
Ingeniero en Administración de Empresas

Cristofer Sánchez Guajardo
Rut: 19.865.901-0
Técnico en Administración de Empresas



www.perforacionespatagonia.cl



contacto@perforacionespatagonia.cl



+56 9 42440918 / +56 9 5379 3996

**INFORME TÉCNICO POZO PROFUNDO MONITOREO –
UNACEM CHILE S.A. YACIMINETO PUZOLANA POPETA
COMUNA DE MELIPILLA REGIÓN METROPOLITANA.**

Elaborado por:



Tipo de Documento
Informe Pozo Profundo

Fecha	Emitido Para	Redactado por	N° Informe
26/11/2025	UNACEM Chile S.A.	Cristofer Sánchez G.	0206

Índice

INFORMACIÓN GENERAL.....	3
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	4
PLANO ESTRATIGRÁFICO	5
SET FOTOGRÁFICO.....	6



PATAGONIA®_{JPSR.}



INFORMACIÓN GENERAL

En sector de **Yacimiento Puzolana, Sector Popeta**, comuna de **Melipilla**, región **Metropolitana**, con fecha 21 de Noviembre de 2025 se da inicio a construcción de Pozo Profundo.

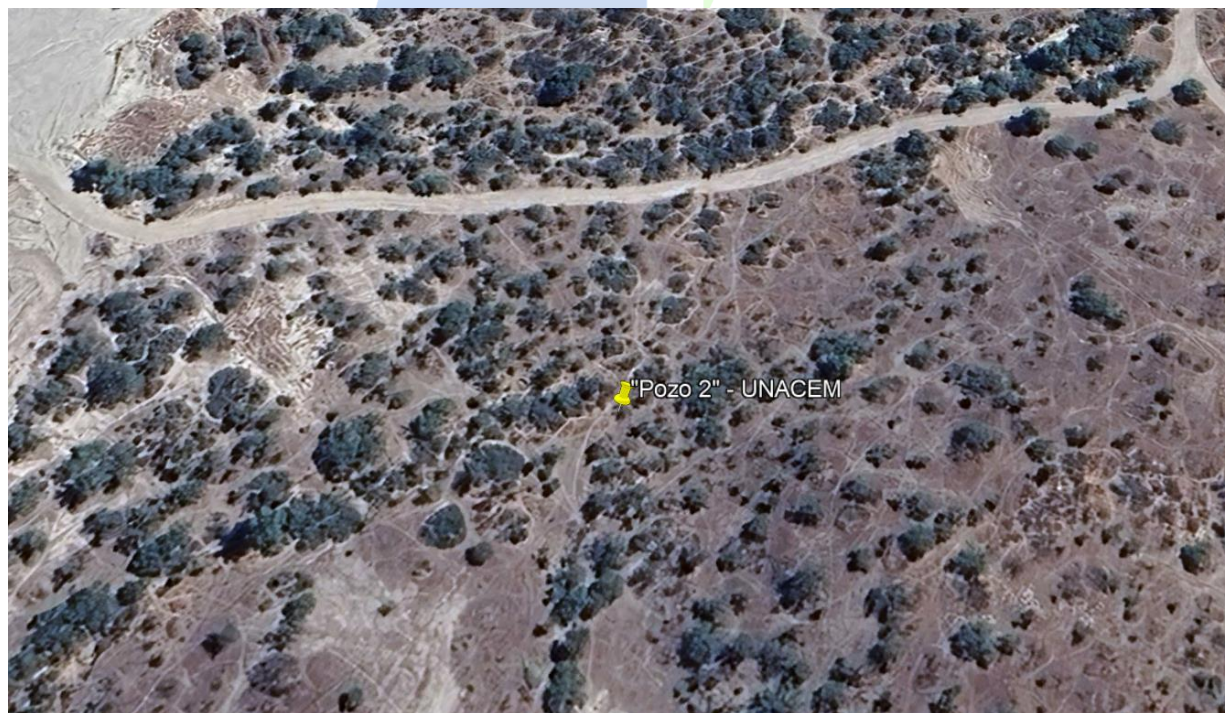
Datos del propietario:

Nombre: Unión Andina de Cementos S.A. (UNACEM)

Rut: 99.587.520-9

Contacto: -

Coordenadas Mapa: Norte: 6256188 m S, Este: 286319 m E. **Zona:** 19 H



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Diámetro de pozo profundo: 5".

Revestimiento: Revestido en cañería Acero al carbono SCHU 40, Cribas 1.5 mm.

Profundidad: 50 metros de profundidad.

Denominación del Pozo (nombre): "Pozo 2" – Pozo Aguas Arriba.

Nivel Estático de Agua: 21,65 Metros

Al momento de la evacuación del agua en cuestión, se logra visualizar esta de color **turbia**, con restos de **sedimentos propios del sector**.

Paso a paso perforación pozo profundo:

1.- Se inicia perforación con maquina perforadora roto percusión, de procedencia china, marca Kaishan, modelo KW600c. Introduciendo cañería acero al carbono SCHU 40, Cribas 1.5 mm, en tramos de 6.00 metros de largo que se unen entre si con tres cordones de soldadura 7018 de marca indura, hasta lograr el objetivo que en este caso son **50 metros** de profundidad.

2.- En ayuda a la evacuación de material y o sedimento desde el interior del pozo se inyecta aire comprimido (12 bar) hasta que este quede limpio. A los **38 metros de Profundidad** se logra apreciar los primeros indicios de agua en la perforación.

3.- Posterior a la perforación del pozo, se realiza una limpieza de este con aire a presión y agua, para eliminar restos que puedan quedar en su interior.

4.- Luego de la limpieza, se retiran las barras de perforación y los equipos que se usaron para realizar la obra.

5.- Finalmente, se fabrica una tapa metálica para el pozo, se pinta la tapa junto con la tubería que sobresale y se procede a colocar una cerradura con candado.



PLANO ESTRATIGRÁFICO

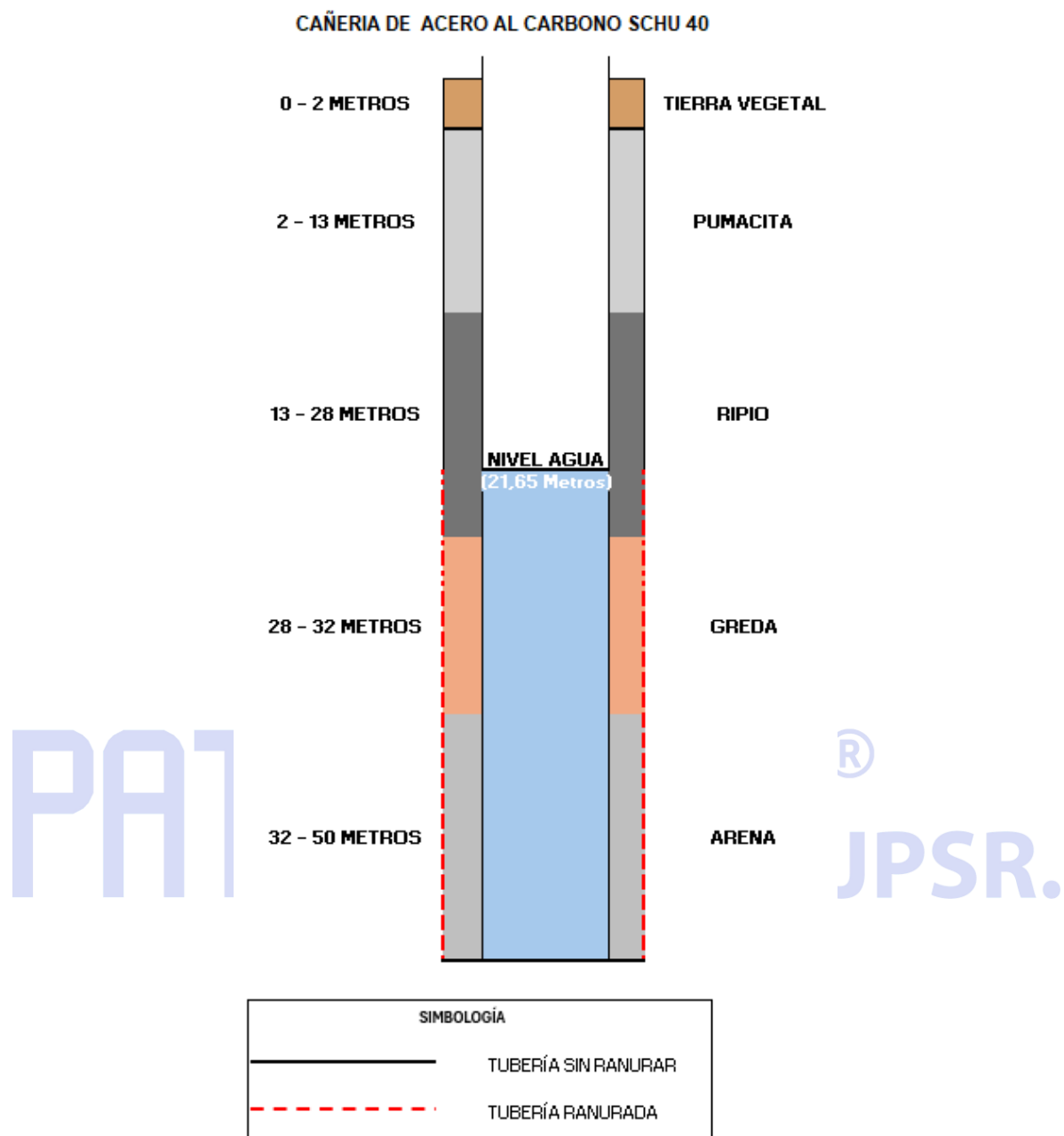


Figura 1. Perfil Estratigráfico de Pozo Profundo.



SET FOTOGRÁFICO



1. Comienzo de Extracción de Agua.



**2. Medición de Profundidad de Nivel estático de Agua
(21,65 metros)**



**3. Pozo terminado, con tapa de acero y pintura para que
sea visible desde vehículos.**





4. Indicador de nombre de Pozo "Pozo 2" en tapa de protección.



5. Candado de protección para pozo profundo.

PATAGONIA® JPSR.

Atte.

Juan Pablo Sánchez Rojas
Rut: 14.306.069-1
Técnico Mecánico e
Ingeniero en Administración de Empresas

Cristofer Sánchez Guajardo
Rut: 19.865.901-0
Técnico en Administración de Empresas



www.perforacionespatagonia.cl



contacto@perforacionespatagonia.cl



+56 9 42440918 / +56 9 5379 3996

□ **SERVICIOS DE MUESTREO Y ANÁLISIS COTIZACION N° EHS - 651118-1**

CLIENTE : UNACEM CHILE S.A.
RUT : 99587520-9
ATENCIÓN : RENE ELGUETA
CARGO : ESPECIALISTA AMBIENTAL
MAIL : rene.elgueta@UNACEM.CL
TELÉFONO : XXXXXXXXXX
DIRECCIÓN : Av Las Industrias 4651 San Juan De Lillole, SAN ANTONIO , CHILE
N°VERSIÓN PROPUESTA : 1
FECHA COTIZACIÓN : 18/02/2026
TIPO DE SERVICIO : ETFA
DESCRIPCION DEL SERVICIO : Muestreo y Análisis Agua Subterránea

EJECUTIVO DE CUENTA : ANAITZA ROXANA BRESCHI DIAZ

SGS CHILE LTDA., es una empresa líder, dedicada a la prestación de servicios en el ámbito ambiental como Organismo de Inspección y Laboratorio de Ensayos, bajo el alcance de acreditación Nch ISO 17020:2012 y Nch 17025:2017 y Certificación ISO 9001:2015

Santiago

OI100	Muestreo para Aguas	https://directorio.inn.cl/Directorio/DisplayPDF/MjkyT0kxMDAucGRm
OI227	Muestreo de Sedimentos	https://directorio.inn.cl/Directorio/DisplayPDF/MjI4T0kyMjcucGRm
AA812	Muestreo de suelos, lodos y residuos peligrosos	https://www.iasonline.org/wp-content/uploads/2021/08/AA-812-Cert-New.pdf
LE117	Fisicoquímica para Aguas	https://directorio.inn.cl/Directorio/DisplayPDF/NTY0TEUgMTE3LnBkZg==
LE057	Microbiología para aguas	https://directorio.inn.cl/Directorio/DisplayPDF/NDkyTEUgMDU3LnBkZg==
LE118	Química para suelos, lodos y rises	https://directorio.inn.cl/Directorio/DisplayPDF/NTY1TEUgMTE4LnBkZg==
TL879	Fisicoquímica para aguas, suelos, lodos y residuos.	https://www.iasonline.org/wp-content/uploads/2019/12/TL-879-cert-New-FOOD.pdf
TL-766	Monitoreo Emisiones Fuentes Fijas.	https://www.iasonline.org/wp-content/uploads/2017/05/TL-766-cert-New-FOOD-.pdf
LE-119	Físico- química para Aire, Gases y Material Particulado.	https://directorio.inn.cl/Directorio/DisplayPDF/NTcyTEUgMTE5LnBkZg==
LE-1314	Físico- Química para Sedimentos Acuáticos.	https://directorio.inn.cl/Directorio/DisplayPDF/Njc4TEUgMTMxNk5wZGY=
LE-1315	Taxonomía para Sedimentos Acuáticos.	https://directorio.inn.cl/Directorio/DisplayPDF/Njc5TEUgMTMxNS5wZGY=

Antofagasta

LE631	Microbiología para aguas	https://directorio.inn.cl/Directorio/DisplayPDF/MTA2NkxFIDYzMS5wZGY=
LE632	Fisicoquímica para Aguas	https://directorio.inn.cl/Directorio/DisplayPDF/MTA2N0xFIDYzMj5wZGY=

Con relación a su solicitud, tenemos el agrado de hacerle llegar nuestra cotización por los siguientes servicios:

PROPUESTA

N°	Descripción Servicio	Total
1.	Análisis Pozo 1 y 2 (Agua Subterránea)	2.12/UF
2.	Otros Servicios	16.00/UF

Precio Total: 18.12/UF + IVA

1. Producto: Análisis Pozo 1 y 2 (Agua Subterránea(2023))

SGS Chile Ltda.

PUERTO MADERO N°130, PUDAHUEL

www.sgs.cl

Servicio	Unidad	Límite Detección	Metodología	Cantidad	Precio	TiempoRespuesta	Laboratorio
Determinación de coliformes fecales	NMP/100mL	1.8	SM 9221 E (E2), Ed.24, 2023	2	0.38/UF	15 días	Santiago
Determinación de coliformes totales	NMP/100mL	1.8	SM 9221 B Ed.24, 2023	2	0.38/UF	15 días	Santiago
Sólidos disueltos totales	mg/L	1	SM 2540 C, Ed.24, 2023	2	0.22/UF	15 días	Santiago
Turbiedad	NTU	0.05	SM 2130. B. Ed.24, 2023	2	0.08/UF	15 días	Santiago

SubTotal : 2.12/UF

2. Otros Servicios

Operaciones	Cantidad	Precio	Metodología
Monitoreo Agua subterránea incluye pH, T°, OD, Cond, y Nivel Freático	1	16.00/UF	NCh 411/11-2008 Muestreo de aguas subterráneas

SubTotal : 16.00/UF

NOTAS DE LA COTIZACION

Tiempo de Respuestas del Servicio : 15 días hábiles desde el ingreso de muestras al Laboratorio SGS- I&E
Duración Propuesta : Del 18/02/2026 al 18/03/2026
Lugar de Muestreo : Pozo 1 y Pozo 2 - designados como Pozo aguas arriba y Pozo aguas abajo (ya construidos)
Dirección de Muestreo : carretera G-60 N°11061 (PARCELA 356), localidad de Popeta, Comuna de Melipilla Región Metropolitana
Teléfono de Contacto : -
Emitida por : ANAITZA ROXANA BRESCHI DIAZ
Coordinación General : Lorena Latuz
Datos de la RCA: *RCA: 349/2011
*Proyecto: "Yacimiento Puzolana Popeta"
*Razón social Titular: Cementos La Unión S.A.
*Rut del Titular: 9.855.311-8
*Representante Legal: José Esteban Rojas Pérez
[REDACTED]
-Características de los pozos (diámetro y profundidad)
• "Pozo 1" – Pozo Aguas Abajo.
o Diámetro de pozo profundo: 5".
o Revestimiento: Revestido en cañería Acero al carbono SCHU 40, Cribas 1.5 mm.
o Profundidad: 50 metros de profundidad.
o Nivel Estático de Agua: 17,8 Metros
• "Pozo 2" – Pozo Aguas Arriba.
o Diámetro de pozo profundo: 5".
o Revestimiento: Revestido en cañería Acero al carbono SCHU 40, Cribas 1.5 mm.
o Profundidad: 50 metros de profundidad.
o Nivel Estático de Agua: 21,65 Metros

Observaciones :

CONSIDERACIONES COMERCIALES

- **Tarifas:** Son valores netos y no incluyen impuestos (IVA). Este se debe agregar al monto final de la factura. Los precios en Pesos Chilenos (CLP) se reajustarán semestralmente de acuerdo con la variación del IPC.
- **Valor UF:** Se considera valor de UF al día de la facturación
- **Valor mínimo para facturar:** 5 UF
- **Condiciones de Pago:** OC con pago a 30 días
- **Datos comerciales:** Para el pago al proveedor SGS Chile Ltda., RUT 80.914.400-3, Cuenta Corriente, Banco BCI N°127-97-618, para estas formas de pagos se ha de utilizar la UF del día de conversión (con decimales incluidos) e informando ésta en documento a escanear y devolver vía email, el cuál indique además, el comprobante de depósito del pago, indicando el N° del depósito y nombre de la empresa depositante y N° cotización asociada al servicio o factura involucrada.

ANAITZA ROXANA BRESCHI DIAZ
Ejecutivo Comercial

JONATAN CARREÑO
Gerente Comercial

NOTAS GENERALES DEL SERVICIO

- Los análisis podrán realizarse en nuestros laboratorios de Santiago, Antofagasta o Puerto Varas en función de las acreditaciones disponibles para cada ensayo. Nuestros laboratorios se rigen bajo norma ISO 17025 Of.2017. Los Organismos de Inspección se encuentran acreditados bajo la norma ISO 17020:2012.
- En caso de detención de los servicios producto de la fuerza mayor y pandemia que afecta al País, esto pueden ser suspendidos unilateralmente por SGS, sin que proceda multas o indemnizaciones. Las muestras serán resguardadas y los análisis, que sea técnicamente posible, serán efectuados al regreso de las operaciones. En caso de que los análisis hayan sido pagados y no realizados, quedarán como crédito a favor del cliente por un plazo de 6 meses de terminada la situación de fuerza mayor.
- Al aceptar esta cotización, el cliente asume la responsabilidad del muestreo, preservación, transporte y la gestión adecuada del tiempo de envase para cada análisis, hasta que sean recibidos en nuestros laboratorios. Si el tiempo de envase se excede, las muestras aún serán aceptadas y procesadas; sin embargo, se indicará en el informe final las condiciones en las que fueron recibidas
- Los tiempos de respuesta pueden alterarse debido a la contingencia nacional, siendo en algunos casos muy superiores a los esperados, ante esto SGS se exime de responsabilidad dado el contexto de fuerza mayor.
- Recepción de muestras laboratorio ambiental SGS Santiago: lunes a viernes de 8:30 a 17:30 (Puerto madero #130, Pudahuel, Santiago).
- Recepción de muestras de laboratorio ambiental SGS Antofagasta: lunes a viernes 8:30 a 17:30 (Av. Pedro Aguirre Cerda N° 7367; Antofagasta).
- La presente cotización, se rige por las Condiciones Generales de contratación para los servicios de Inspección y Ensayo las cuales se adjuntan y serán consideradas aceptadas de ser aprobada esta cotización (<https://www.sgs.com/-/media/sgscorp/documents/corporate/technical-documents/legal-documents/chile/sgs-proc-condiciones-generales-de-contratacin-a4-es-apr15.cdn.es-CL.pdf>)
- Artículo 160 del Código del Comercio: No reclamándose contra el contenido de la factura dentro de los ocho días siguientes a la entrega de ella, se tendrá por irrevocablemente aceptada.
- Facturas vencidas: El no pago de facturas vencidas, faculta a SGS Chile Ltda., a retener informes o suspender servicios sin previo aviso.
- Si requiere realizar una queja o apelación de servicios ya efectuados, obtener información del estado de un reclamo o apelación o conocer el proceso de reclamos de SGS, envíenos su solicitud a "cl.reclamos@sgs.com"
- SGS se compromete a que la información obtenida o resultante de los servicios que se prestan en conformidad a la presente cotización se considere como información confidencial, y por ende no podrá ser divulgada a terceras partes diferentes de los contratantes, salvo previo acuerdo de ambas partes.
- SGS debe indicar al cliente, con antelación, qué información tiene intención de hacer pública a excepción de la información que el cliente pone a disposición del público, o cuando haya sido acordado por los Organismos de Inspección y/o Laboratorios y el cliente, toda otra información debe ser considerada información confidencial.
- En caso de ser requerida la divulgación de la información confidencial de las actividades desarrolladas por los Organismos de Inspección y/o Laboratorios, ya sean por exigencias legales, entidades fiscalizadoras, o cuando esté autorizado por compromisos contractuales, SGS debe notificar al cliente de la información proporcionada, salvo que esté prohibido por ley.
- Nuestras ofertas técnicas y operativas ofrecidas quedan sujetas previo acuerdo entre mandante y proveedor, considerando la disponibilidad, logística y capital humano involucrados para la realización del servicio solicitado.
- Los Organismos de Inspección de SGS Chile Ltda., llevan a cabo todas las actividades de inspección y muestreo, por lo cual, no subcontratan ningún tipo de actividad. Por esta razón, se anula el punto e) 1 señalado en el ítem 2 "Prestaciones de Servicio" de las Condiciones Generales de Servicio incluidas en el siguiente enlace <https://www.sgs.cl/es-es/terms-and-conditions/general-conditions-of-services-espanol-cl>
- Cabe señalar, que, en caso contrario, el OI deba subcontratar algún servicio, la aceptación de esta propuesta comercial considera también la aceptación de dicha subcontratación. SGS Chile Ltda. podrán subcontratar actividades de muestreo, medición o análisis a otros laboratorios dependiendo de la necesidad de los clientes y el alcance del servicio ofertado.
- El organismo de inspección cuenta con seguro de responsabilidad civil.



San Antonio, 13 de Octubre de 2025

GO/05/2025

Señores

Oliver López Pérez

Director Regional Vialidad RM

DIRECCIÓN DE VIALIDAD

PRESENTE

Ref.: Solicitud de Factibilidad para implementar y materializar pista de aceleración y desaceleración de acceso a la Ruta G-60, Km 15-16 y dar cumplimiento RCA N°349/2011 del SEA, correspondiente al Proyecto de Explotación **"Yacimiento Puzolanas Popeta"**, de propiedad de la Empresa Unacem Chile S.A. Rut: 99.587.520-9.

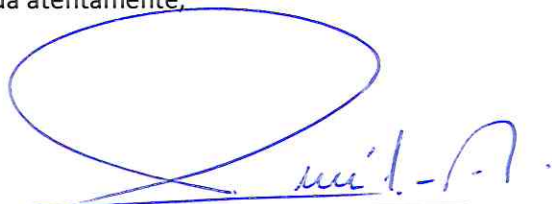
"Solicito vuestra ayuda y gestión, para saber cómo proceder para dar cumplimiento con lo establecido en el Considerando 5.8.1 de nuestra RCA N°349/2011, y obtener la aprobación de la Dirección Regional de Vialidad del MOP para implementar y materializar pista de aceleración y desaceleración de acceso a la Ruta G-60, Km 21 por donde actualmente transitan nuestros camiones con carga, de manera de poder obtener la evidencias necesarias respecto de los expedientes de tramitación y resolución gestionados en vuestro Servicio, para lo cual adjunto diversos documentos como respaldo"

De nuestra consideración:

Con el propósito de para dar cumplimiento con lo establecido en el Considerando 5.8.1 de nuestra RCA N°349/2011 del SEA y, obtener la aprobación de parte de la Dirección Regional de Vialidad del MOP de nuestra Solicitud de Factibilidad, de manera de poder implementar y materializar la pista de aceleración y desaceleración del acceso ubicado en la Ruta G-60, Km 21 por donde actualmente transitan nuestros camiones con carga y acceden al **"Yacimiento Puzolanas Popeta"**, proyecto de explotación de propiedad de la Empresa Unacem Chile S.A. Rut: 99.587.520-9, actualmente vigente.

Para ello junto a la presente carta conductora, adjuntamos los documentos que respalda la presente solicitud, para vuestra revisión y aprobación si así lo amerita

Sin otro particular, le saluda atentamente,



P.P. José Esteban Rojas Pérez
Representante Legal - Unacem Chile S.A.

C.c.: Archivo, Unacem Chile S.A
ERP/REP

Avenida Las Industrias 4651, San Juan, San Antonio, Chile
Tel. (56 35) 23 32 300



FORMULARIO TIPO
SOLICITUD DE ACCESO A RUTAS NACIONALES Y RUTAS CONCESIONADAS

Acceso nuevo ☐ Acceso existente ☒

Si el acceso es existente responda:
Acceso autorizado por la Dirección de Vialidad
(marcar X) Sí ☒ No ☐

Si su respuesta es sí, indicar y adjuntar Fecha

1. Antecedentes del solicitante (el solicitante debe ser el representante legal o dueño)

Nombre empresa:
(Razón social)
Nombre solicitante:
RUT solicitante:
Domicilio:
Comuna:
Teléfono:
Fax:
Dirección postal:

2. Información de propiedad

Propietario del terreno:
RUT:
Propiedad inscrita en el Conservador de Bienes Raíces de:
Según fojas: N°:
Del año: Rol de Avalúo N°:

3. Información del acceso

Rol o nombre de la ruta:
Sector: Lote N°:
Comuna: Región:
Orientación: Derecho ☐ Izquierdo ☒ (marcar una X)



***Nota: la orientación es en sentido de avance del km.**

Acceso:

Directo a la ruta

Calle de servicio

☐

(marcar una X)

Km. inicio predial:

Km. término predial:

Kilómetro acceso:

***Nota: kilometraje según baliza de la ruta**

4. Uso de la propiedad

Uso del terreno:

Residencial

☐

Industrial

☐

Comercial

(Marcar una X)

Agrícola

☐

Otro (especificar)

Superficie del predio:

Superficie edificada:

Nº de estacionamientos:

Autos

Camiones

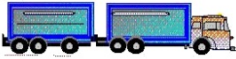
5. Croquis de emplazamiento



- El croquis deberá incluir:
- Ubicación del emplazamiento solicitado.
 - Puntos singulares (puentes, alcantarillas, túneles, terraplenes, entre otros).
 - Puntos de referencia (balizas, grifos, señalización, postes numerados, entre otros).
 - Sentido del camino hacia localidades más cercanas.
 - Norte magnético.
 - Referencia respecto a localidades cercanas.

6. Declaración de tránsito

Se debe indicar la cantidad total de flujo de entrada y salida que se efectúa por cada tipo de vehículo en un día.

Tipo de vehículo	Flujo	
	Entrada	Salida
Autos y camionetas 	2	2
Camión + 2 ejes 	20	20
Camión + 2 ejes 		

Tipo de vehículo	Flujo	
	Entrada	Salida
Camión simple 	1	1
Buses 		
OTRO (Especificar)		

Firma

Rut

_____, ____ de _____ de 20__

Todas las páginas deben ser validadas ante notario

MONITOREO MATERIAL PARTICULADO DISCRETO

COT.MO.25.093.Ed3

27 de noviembre de 2025



Contacto: René Elgueta.

Email: rene.elgueta@unacem.cl



8

soluciones avanzadas

que **minimizan el impacto medioambiental**
de los procesos productivos y **garantizan el**
cumplimiento normativo

Calidad
de Aire

1

MICROSENSORES

2

DIGITAL AIR

3

AIR ADVANCED

4

PANTALLAS INFORMATIVAS

Emisiones

5

SMART INSPECTION

6

PLATAFORMA NOSE

7

OLFATOMETRÍA DINÁMICA

8

SISTEMAS DE MITIGACIÓN

INDICE

I. ANTECEDENTES Y OBJETO	1
II. ALCANCE	1
1. Resumen	1
2. Normativa aplicable	1
3. Garantías	2
4. Metodología de Trabajo	2
4.1. Reunión inicial	2
4.2. Servicio de Monitoreo de Material particulado	2
4.3. Plan de Operación, Mantenimiento y Calibración	3
5. Alimentación de energía y lugar de emplazamiento	4
6. Informes	4
6.1. Procesamiento de datos	4
6.2. Formato de Entrega	5
III. PRESUPUESTO DEL SERVICIO	5

I. ANTECEDENTES Y OBJETO

Existe Interés por parte UNACEM, de valorizar la instalación, operación y mantenimiento de dos (02) estaciones de Monitoreo de Material Particulado discreto, en su fracción gruesa (MP10) en simultaneo por un período de 1 mes. Los equipos serán instalados en dos puntos al exterior de la Bodega de Almacenamiento de Puzolana y Yeso, emplazada al interior de la Planta San Juan, en la comuna de San Antonio, Región de Valparaíso.

Para dar respuesta a este requerimiento, Servicios y Proyectos Ambientales S.A., en adelante SERPRAM, presenta a continuación su oferta técnico – económica, la cual será descrita en los siguientes apartados.

II. ALCANCE

1. Resumen

Los parámetros a monitorear son los siguientes:

1. Material Particulado
 - MP 10 Discreto (LowVol)

Esta propuesta técnica considera la instalación, operación y mantención del equipo para el monitoreo de la calidad del aire considerando el parámetro mencionado, incluyendo procesamiento de la información recolectada y posterior elaboración de informe mensual, de acuerdo con las exigencias de los DS N°61, el cual regula la operación de las estaciones de monitoreo y también a la Resolución Exenta N°223, sobre la elaboración de informes.

2. Normativa aplicable

- D.S. N° 61/2008 del Ministerio de Salud, Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos.
- Resolución Exenta N° 223/2015 del Ministerio de Medio Ambiente, Instrucciones Generales Sobre la Elaboración de Informes de Seguimiento Ambiental.
- Recomendaciones de los fabricantes de equipos (planes de mantenimiento).
- Resolución Exenta N°1449/2023 del Ministerio de Medio Ambiente, Instrucciones de Carácter General que Establecen los Requisitos Técnicos para la Instalación, Funcionamiento y Operación de los instrumentos en Estaciones de Muestreo y Medición de Calidad del Aire y Meteorología.
- D.S. N° 12/2022 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10, en especial de los valores que definen Situaciones de Emergencia.

3. Garantías

- Operación y calibración de los equipos de monitoreo (partículas incluyendo sistemas de adquisición de datos), de acuerdo con las recomendaciones de cada fabricante, las directrices EPA y la legislación vigente (Decreto N°61).
- Laboratorio de gravimetría propio bajo acreditación INN 17025 (LE1195)
- La mantención de todas las estaciones de monitoreo, considerando limpieza de los equipos de medición, subsistemas, renovación de tuberías y en general, cualquier otra actividad que garanticen el óptimo funcionamiento de las estaciones de monitoreo de calidad del aire.

4. Metodología de Trabajo

4.1. Reunión inicial

Consiste en el “Kick-off meeting” o encuentro inicial entre el equipo responsable del proyecto y el cliente. En esta instancia se coordina, programa y se da revisión a los alcances del servicio, así como a todas las actividades iniciales que dependerán si la red de monitoreo ya existe o si deberá ser necesario definir una nueva red. También se presentan a los responsables del proyecto, personal de contacto y establecimiento de los canales de comunicaciones. Ésta se efectuará de forma telemática, vía TEAMS.

4.2. Servicio de Monitoreo de Material particulado

El servicio de calidad del aire se encuentra enfocado en el monitoreo de Material Particulado MP10 discreto, donde se buscan los siguientes objetivos:

Equipo	N° Equipos	Parámetro
Material particulado Discreto (PQ200)	2	MP10

- Se mantendrá operativo, incluyendo la mantención preventiva.
- Se verificará el estado de funcionamiento de los componentes internos y externos.
- Realizar mantención semanal preventiva y correctiva según planificación o anomalía en la medición, con respuesta inmediata.
- Mantenciones preventivas, recomendadas por el fabricante (en manuales) como cambio de rodamientos, motor y otros.
- Muestreos cada 3 días para el equipo discreto.
- Llenado de bitácora estación con el detalle de los filtros utilizados (retirados e instalados).
- Llenado de cadena de custodia para transporte y entrega de filtros en laboratorio de gravimetría

El servicio que se ofrece incluye las siguientes actividades:

- Operación del equipo de monitoreo MP10, de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante, los aportes Divisionales y/o Normativas vigentes.
- Operar el monitor de material particulado respirable de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes y normas nacionales ("Reglamento para el Aseguramiento de la Calidad del Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos"), estándares internacionales (EPA).

A continuación, se detalla como ejemplo un programa tipo de mantención anual para equipos particulados, donde el ajuste de tareas y frecuencia están definidas por el historial del equipo, mantenciones indicadas por manual y procedimientos internos de trabajo.

Parámetro	Ítem	Frecuencia
General	Observar condiciones externas estación	Semanalmente
	Inspeccionar condiciones Internas estación	Semanalmente
Material Particulado	Verificación flujo dilutor de estación	Trimestral
	Verificación de flujo de diseño	Mensualmente
	Verificación de presión	Anual/Cuando amerite
	Verificación de temperatura	Anual/Cuando amerite
	Verificación de flujo de operación	Mensualmente

PROGRAMA TIPO DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN EQUIPOS DE MATERIAL PARTICULADO

4.3. Plan de Operación, Mantención y Calibración

SERPRAM cuenta con un laboratorio de mantención con personal técnico especializado en cada una de las marcas de equipos más reconocidas internacionalmente, quienes operan de acuerdo con los programas de mantención y reparación establecido por los mismos fabricantes, ayudando a mantener y a extender la vida útil de los equipos de monitoreo, y de esta forma asegurar la calidad de los datos medidos.

Para llevar a cabo las labores de mantención y calibración, planes y/ programas se dispone de un software de mantenimiento y gestión de activos Fractal el cual permite llevar el control de todos los equipos, además de realizar la gestión de ordenes de trabajo, verificando el grado de avance de cada una de ellas.

5. Alimentación de energía y lugar de emplazamiento

Se requiere de energía 220V 16 Amp, estable para el buen funcionamiento de los sistemas.

6. Informes

6.1. Procesamiento de datos

Para este proceso se obtiene una copia de los datos crudos desde el servidor central, la que se entrega a los analistas responsables, estos se encargan de realizar la verificación de acuerdo al procedimiento indicado a continuación.

- Para los datos obtenidos desde el servidor central se crea un archivo (.xlsx) por cada estación.
- El archivo presenta los datos crudos ordenados en función del tiempo (intervalos de 5 minutos).
- Se chequea la fecha y hora de inicio y termino del día (verificando que coincidan con la medición del día anterior).
- Se identifica si existen datos anómalos en las mediciones, revisando la bitácora de la estación que notifique la existencia de algún evento fortuito (mantenciones, calibraciones, fallas de equipos y/o problemas en la estación). Procediendo a realizar la invalidación de los datos fuera de rango con los códigos dispuestos por el D.S. N°61/2008.

Para diferenciar los valores que no correspondan a datos válidos obtenidos a partir de las mediciones de calidad del aire, se deberán considerar las relaciones que existen entre los siguientes parámetros que se listan a continuación:

- Parámetros meteorológicos
- Revisión de tendencias
- Revisión de condiciones de operación
- Revisión de temporalidad
- Revisión de peak y aumento repentino
- Revisión de valores negativos
- Otras consideraciones

Posterior a la verificación de datos se realiza el procesamiento de datos limpios (verificados). Los datos crudos se agregan a una planilla de "procesamiento de datos" en la cual los datos limpios se agrupan de forma horaria analizando las tendencias del periodo monitoreado a través de herramientas gráficas, identificando patrones que no se perciban con el método numérico. Estos serán entregados de forma mensual, con fecha acordada entre las partes.

6.2. Formato de Entrega

Se confeccionará un informe por estación según la Resolución Exenta N°223/15, la cual dicta instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental.

Los plazos de entrega serán acordados de forma previa entre ambas partes, pero se considera un plazo mínimo de entrega de 20 días hábiles.

III. PRESUPUESTO DEL SERVICIO

A continuación, se presenta la oferta económica según lo indicado en la propuesta.

Descripción del Servicio	Meses monitoreo	Servicio UF/Mes	Total Servicio UF
Servicio Instalación, desinstalación, operación y mantenimiento de Dos (2) Estaciones de Monitoreo de Calidad del aire: Monitoreo MP 10 discreto.	1	86,9 UF	86,9 UF + IVA

NOTAS

- Esta cotización considera instalación, desinstalación, camioneta e insumos.
- Operación por 30 días.
- Se considera como equipo de trabajo: 2 Operadores de Calidad del Aire para instalación, 1 para operar y/o mantener.
- Propuesta considera visita cada 3 días a las estaciones para cambio de filtro y verificación de funcionamiento.
- Propuesta no considera APR en terreno durante los trabajos.
- Propuesta no considera Cierre Perimetral.
- Las fechas en que serán ejecutadas los trabajos y/o inducciones previas (en el caso de ser requeridas) estarán sujetas a la disponibilidad de los equipos de mediciones SERPRAM y el mandante, y solo serán definidas una vez recibida la O/C, aceptación del servicio mediante el anexo adjunto u otro documento afín.

APORTES POR PARTE DEL CLIENTE

- Se considera por parte del cliente, los costos asociados a los conceptos de arriendo de espacio.
- Punto Eléctrico para el correcto funcionamiento de los equipos.
- Cierre Perimetral en caso de que el terreno sea de libre acceso.
- Todas las autorizaciones de acceso a los puntos de instalación, requisitos de ingreso, acreditaciones y charlas/cursos de seguridad serán otorgados por el mandante.
- Entregar todos los antecedentes solicitados por SERPRAM para la correcta elaboración de informes.

MEDICIONES ISOCINÉTICAS DE FUENTES FIJAS

- Mediciones de acuerdo con metodologías CH y EPA reconocidas por ISP y SMA.
- Autorización ETFA bajo régimen normal por 4 años (acreditados como OI 217 bajo NCh - ISO 17020)
- Inspectores Ambientales con experiencia demostrable (autorizados por Salud y SMA)
- Estaciones móviles 100% equipadas de respuesta rápida para reemplazo y/o validación de CEMS
- Validación de datos y elaboración de reportes para los distintos instrumentos legales aplicables (Resolución N°223 del MMA, RCA y otros)
- Amplio stock de gases EPA (diferentes concentraciones)
- Muestras oficiales y de control interno
- Laboratorio de mantenimiento propio, con uso de equipos y patrones certificados.
- Acuerdos con laboratorios internacionales (acreditados ISO 17025), para análisis de muestras peligrosas o ensayos que no se realizan en Chile.

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

- Suministro de estaciones de monitoreo y equipos de medición (con aprobación EPA)
- Operación de redes de monitoreo según D.S. N°61, recomendaciones EPA y Comunidad Europea UE
- Mantenimiento de analizadores de gases, partículas y sensores meteorológicos (Laboratorio propio).
- Monitoreos de línea base
- Soluciones para estaciones autónomas (paneles solares) o uso de generadores
- Estaciones móviles 100% equipadas de respuesta rápida
- Ingenieros especializados en validación de datos y elaboración de reportes según Resolución N°223 del MMA.

GAS TREATMENT

- Unidad de ingeniería especialidad para el diseño y desarrollo de soluciones a la medida.
- Definición de conceptos e ingeniería de detalle.
- Estudios para reducción de concentraciones de gases, partículas u olores, en distintas áreas y zonas productivas de una industria
- Implementación de sistemas de abatimiento de polvo y gases
- Desarrollo de proyectos multidisciplinarios
- Soluciones técnicas y económicas, independiente de marcas o tecnologías específicas.
- Desarrollo e implementación de modelos predictivos
- Elaboración de memorias técnicas, planos y especificaciones
- Diagnóstico de emisiones en fuentes fijas y difusas.

SOLUCIONES DE INGENIERÍA

Gases (SOx - CO - VOC's - Olores)

- Lavadores húmedos
- FDG (Flue Gas Desulfurization)
- Lavadores/Scrubbers (NH3, H2S, VOC's)
- Sistemas de adsorción
- Biofiltros y Biofiltros avanzados
- Oxidación térmica regenerativa

Modelización

- Estudios de CFD (Computational Fluid Dynamics)
- Optimización de caudales de impulsión
- Minimización de emisiones fugitivas
- Mejora en la calidad del aire en interiores
- Estudios de contaminación atmosférica
- Modelos de dispersión (Calpuff)

Material particulado (polvo)

- Filtros manga
- Ciclones y multiciclones
- Filtros de cartridge
- Sistemas DryFog
- Precipitadores hidrostáticos

SERPRAM es sinónimo de experiencia, trazabilidad y estrictos estándares de seguridad

Los profesionales de SERPRAM cuentan con amplia experiencia en distintas marcas, modelos y tecnologías tanto en equipos de monitoreo de calidad del aire, como de emisiones en chimeneas y CEMS.





UNACEM CHILE S.A.
RUT: 99.587.520-9
Dirección: Av. Las Industrias 4651 - San Antonio
Teléfono : 24303300 /

Local PO

4400472074

Contact Person
Constanza
Luckeheid Ibarra

Date
01/13/2026

Page
1 of 2

Vendor 10004248 - SERVICIOS Y PROYECTOS AMBIENTALES S

Address LOS ALERCES 2742 SANTIAGO
13. - Chile

Ph # / Fax # 223526100 -

Quote

Date Quote

Payment F030 - within 30 days Due net

Currency UF

SHIP TO UNACEM CHILE S.A. RUTA G-86 ACCESO AL PUERTO
2549

BILL TO UNACEM CHILE S.A. Av. Las Industrias 4651
SAN ANTONIO 05

Attn. Logistics / Warehouse

Attn. Accounts Payable

Supplier Doc Ref 1000793926

E-Mail

Comments MEDICION DE MP10, CANTERA POPETA / COT.MO.25.093.Ed3 / SOLICITADO POR: RENE ELGUETA

Total Valor : 86,90
Recargos/Descuentos : 0,00
Subtotal : 86,90
I.V.A 19,00 : 16,51
Total pedido : 103,41

Item	Quantity	UOM	Material	Description	Delivery date		Value	
					Place	Date	Currency	Total
10	1,000	UND		MEDICION DE MP10, CANTERA POPETA	San Antonio	01/12/2026	86,90	86,90
Unit								
Service	Item	Service		Text	Quan			Val.Unit
	Service							
	10	1200039		MEDICION MP10, CANTERA POPETA	1	UND		86,90

Total : 86,90
Discounts / Charges : 0,00
Subtotal : 86,90
Tax : 16,51
Total order : 103,41

Important Notes:

Purchase Order number must appear on all invoices
and all shipping documents (third party vendors included)
Receiving hours: 7:00 AM to 2:30 PM - Monday thru Friday
Oversize loads please contact us 24 hours prior to arrival.



UNACEM CHILE S.A.
RUT: 99.587.520-9
Dirección: Av. Las Industrias 4651 - San Antonio
Teléfono : 24303300 /

Local PO		4400472074
Contact Person Constanza Luckeheide Ibarra	Date 01/13/2026	Page 2 of 2

Vendor	10004248 - SERVICIOS Y PROYECTOS AMBIENTALES S		
Address	LOS ALERCES 2742 SANTIAGO 13. - Chile	Ph # / Fax # Quote	223526100 -
Payment	F030 - within 30 days Due net	Date Quote	
SHIP TO	UNACEM CHILE S.A. RUTA G-86 ACCESO AL PUERTO 2549	Currency	UF
Attn.	Logistics / Warehouse	BILL TO	UNACEM CHILE S.A. Av. Las Industrias 4651 SAN ANTONIO 05
Supplier Doc Ref	1000793926	Attn.	Accounts Payable
Comments	MEDICION DE MP10, CANTERA POPETA / COT.MO.25.093.Ed3 / SOLICITADO POR: RENE ELGUETA		
	E-Mail		

Important Notes:
Purchase Order number must appear on all invoices and all shipping documents (third party vendors included) Receiving hours: 7:00 AM to 2:30 PM - Monday thru Friday Oversize loads please contact us 24 hours prior to arrival.

Santiago, 16 de abril de 2018

ING-052-17

Ant.: ORD. DGA RMS N°420

Mat.: Respuesta de observaciones al Informe
"Plan de Monitoreo de Aguas Subterráneas.
Yacimiento de Puzolana Popeta"

Señora
Carmen Herrera Indo
Dirección Regional de Aguas
Región Metropolitana

Presente

De mi más alta consideración:

Junto con saludarle, me dirijo a Ud. para hacerle entrega del informe corregido respecto al "Plan de Monitoreo de Aguas Subterráneas" del proyecto "Yacimiento de Puzolana Popeta".

Este Plan de Monitoreo fue elaborado como parte de los compromisos adquiridos en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA N° 349/11). En dicha resolución el titular se obliga a "Mantener un monitoreo del acuífero durante las etapas de operación y previo al cierre del Proyecto, para lo cual se deberá considerar factores tales como la dirección del flujo, gradiente hidráulica, estratigrafía, etc. Una vez que se tenga dicha información se deberán definir, en conjunto con la Dirección General de Aguas, los pozos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del proyecto, además de la frecuencia del monitoreo, parámetros a considerar y las medidas ante eventuales anomalías".

Al respecto, se presenta una propuesta que incluye la ubicación de los pozos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del proyecto, frecuencia y parámetros a monitorear. En base a ésta, se solicita a la Dirección General de Aguas, pronunciarse respecto a la aceptación o no de dicha propuesta, y realizar las correcciones que estime pertinente.

Sin otro particular y esperando una favorable acogida, le saluda atentamente,



Josefina Herrera Ronda

Josefina Herrera Ronda
Ingeniera de Proyecto
Ingeniería y Proyectos ICNOVA S.p.A.

SAC/MCdR

Distribución:

- Destinatario
- Carpeta de Proyecto.



INFORME: Plan de Monitoreo Aguas Subterráneas

PROYECTO: Explotación Yacimiento Popeta

Elaborado para
MINERA RÍO TENO

Índice de Contenidos

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS.....	5
3. METODOLOGÍA	6
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	7
4.1 Ubicación	7
4.2 Residuos líquidos.....	9
4.2.1 Etapa de construcción	9
4.2.2 Etapa de operación.....	10
4.2.3 Etapa de cierre	10
5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO	11
5.1 Clima	11
5.2 Meteorología	12
5.2.1 Precipitaciones.....	12
5.2.2 Temperatura	14
5.2.3 Humedad relativa	14
5.3 Hidrología	15
6. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA	17
6.1 Geología y volcanismo	17
6.2 Geomorfología	18
6.3 Suelos	20
6.4 Hidrogeología	21
6.5 Identificación del Acuífero	22
6.6 Caracterización de las aguas subterráneas	24
6.7 Vulnerabilidad del acuífero	24
6.8 Información de pozos cercanos a la zona del Proyecto	25
6.8.1 Recopilación de datos obtenidos de los pozos de monitoreo.....	25
6.8.2 Recopilación de datos obtenidos en pozos del CPA	35
6.8.3 Análisis de los resultados	39
7. PLAN DE MONITOREO.....	40

7.1	Pozos de monitoreo	40
7.2	Parámetros a monitorear	41
7.3	Umbral de medición permitido	42
7.4	Duración y frecuencia de muestreo	42
7.5	Metodología o procedimiento de medición	42
7.5.1	Nivel de agua subterránea	42
7.5.2	Calidad del agua	42
7.6	Entrega de resultados.....	43
7.7	Medidas de emergencia en caso de anomalía.....	43
7.8	Planes de prevención y contingencia en caso de derrame	44
7.8.1	Plan de prevención	44
7.8.2	Plan de contingencia y/o emergencia.....	44
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	46
9.	ANEXOS	48
9.1	Registro pozos DGA.....	48

Índice de Tablas

Tabla 4-1: Ubicación del Proyecto (<i>Datum</i> WGS 1984)	7
Tabla 5-1: Precipitaciones mensuales estación "Los Guindos"	13
Tabla 5-2: Temperatura en zona de Proyecto.....	14
Tabla 6-1: Ubicación pozos DGA.....	26
Tabla 6-2: Profundidad mínima de cada pozo y mes de ocurrencia.....	32
Tabla 6-3: Conteo mes crítico para cada pozo estudiado	34
Tabla 6-4: Profundidad crítica promedio (m)	34
Tabla 6-5: Información Pozos del Catastro Público de Aguas	35
Tabla 7-1: Coordenadas ubicación de pozos de monitoreo (<i>Datum</i> WGS84, 19S) 40	
Tabla 7-2: Parámetros a monitorear.....	41
Tabla 9-1: Registro de Pozo AS. Ignacio Serrano	48
Tabla 9-2: Registro de Pozo AS. San Miguel Popeta (1).....	49
Tabla 9-3: Registro de Pozo AS. San Miguel Popeta (2).....	50
Tabla 9-4: Registro de Pozo Asentamiento Popeta Las Mariposas.....	51
Tabla 9-5: Registro de Pozo AS. San Carlos Cholqui (1)	52
Tabla 9-6: Registro de Pozo Industria Bata	53

Índice de Figuras

Figura 4-1: Ubicación del Proyecto	8
Figura 4-2: Vista ampliada de la ubicación del Proyecto	9
Figura 5-1: Clasificación climática según Köppen.....	11
Figura 5-2: Precipitaciones medias mensuales estación "Los Guindos" (mm)	12
Figura 5-3: Cuencas Hidrográficas de acuerdo clasificación DGA	15
Figura 6-1. Formación geológica general en el área de estudio.....	18
Figura 6-2: Características Hidrogeológicas de la Cuenca Río Maipo	22
Figura 6-3: Acuífero zona del Proyecto.....	23
Figura 6-4: Mapa de vulnerabilidad del acuífero	25
Figura 6-5: Ubicación pozos de monitoreo de DGA.....	26
Figura 6-6: Registro Pozo AS. Ignacio Serrano.....	27
Figura 6-7: Registro Pozo AS. San Miguel Popeta (1)	28
Figura 6-8: Registro Pozo AS. San Miguel Popeta (2)	28
Figura 6-9: Registro Pozo Asentamiento Popeta Las Mariposas	29
Figura 6-10: Registro Pozo AS. San Carlos Cholqui (1)	30
Figura 6-11: Registro Pozo Industria Bata	30
Figura 6-12: Ubicación de pozos privado registrado en DGA.....	35
Figura 6-13: Ubicación Relleno Sanitario Melipilla respecto del Proyecto	36
Figura 6-14: Perfiles estratigráficos resumidos calicatas (según Tecnolab Ltda.)	37
Figura 6-15: Perfiles estratigráficos resumidos sondajes (según Quinta Empresas.) ..	37
Figura 6-16: Perfil longitudinal Estero Popeta	38
Figura 7-1: Ubicación pozos de monitoreo	41

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe ha sido elaborado por ICNOVA ING (en adelante "Consultor") para MINERA RÍO TENO (en adelante "Mandante" o "Cliente"), para dar respuesta al requerimiento de Plan de Monitoreo de Aguas Subterráneas dentro del marco del Proyecto "Explotación Yacimiento Popeta", en adelante, "el Proyecto", cuyo Titular es Minera Río Teno S.A.

Este Proyecto consiste en la extracción mecánica de depósitos de puzolana existentes en un predio ubicado en la localidad de Popeta, en la Provincia de Melipilla, Región Metropolitana. Esta extracción se efectúa sólo mediante el uso de excavadora, debido a la baja dureza del mineral. Se considera actividad extractiva en bancos de 3 m de altura hasta 12 m bajos la cota original.

De acuerdo a lo señalado en la Declaración de Impacto Ambiental, presentada el 26 de noviembre de 2010, el Proyecto no conlleva ningún tipo de alteración del acuífero. Sin embargo, es requisito de la autoridad mantener un monitoreo de este durante las etapas de operación y previo al cierre del Proyecto, para lo cual se deberá considerar factores tales como dirección del flujo, gradiente hidráulica, estratigrafía, entre otros.

Por lo mismo, surge la necesidad de realizar una Línea Base Hidrogeológica que permita caracterizar e identificar los acuíferos de la zona de estudio para poder evaluar, de esta manera, los impactos que podría tener este Proyecto en los cuerpos de agua subsuperficiales y elaborar un plan de monitoreo de aguas subterráneas adecuado a este caso.

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

- Capítulo 2: Presenta los objetivos generales y específicos considerados en el presente estudio;
- Capítulo 3: Presenta la metodología empleada;
- Capítulo 4: Presenta una descripción breve del Proyecto en estudio;
- Capítulo 5: Se presentan las características generales de la zona de estudio;
- Capítulo 6: Se presentan los antecedentes hidrogeológicos necesarios para establecer la Línea Base Hidrogeológica;
- Capítulo 7: Presenta el Plan de Monitoreo
- Capítulo 8: Contiene la bibliografía utilizada para la elaboración de este estudio.
- Capítulo 9: Contiene los anexos

2. OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio es presentar los antecedentes necesarios para describir de manera detallada la Hidrogeología de la zona donde se emplaza el Proyecto y con ellos elaborar un plan de monitoreo de aguas subterráneas. Esto con el propósito de determinar la vulnerabilidad del acuífero durante las fases de operación y cierre, y evaluar los posibles impactos que pudiesen generarse o presentarse.

Para poder alcanzar dicho objetivo, es necesario planificar las actividades de modo de cumplir los objetivos específicos que se listan a continuación:

- Describir el lugar en el cual se llevará a cabo el Proyecto a fin de identificar las obras y su posible interacción con los flujos subterráneos en la zona.
- Analizar bibliográficamente la hidrogeología y geología del sector, caracterizando, además, el clima, precipitaciones, meteorología, entre otros.
- Establecer un marco hidrogeológico, identificando los acuíferos de la zona de estudio.
- Realizar una recopilación de antecedentes de pozos y sondajes cercanos a la zona del Proyecto a fin de estimar la profundidad de la napa y las direcciones de flujo.

3. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos de este informe se utilizará la siguiente metodología:

- Recopilación y revisión de antecedentes disponibles de informes anteriores y de otras publicaciones.
- Caracterización hidrogeológica del Área de Estudio: clima, geomorfología, geología e hidrogeología.
- Recopilación y sistematización de antecedentes disponibles en Sernageomin, Dirección General de Aguas, entre otras fuentes de información territorial.
- Investigación de pozos y sondajes cercanos, solicitando información por Ley de Transparencia al Catastro Público de Aguas.
- Estimación de la profundidad de la napa subterránea y su sentido de escurrimiento.
- Discusión y análisis de los resultados.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 Ubicación

El Proyecto consiste en la extracción mecánica de depósitos de puzolana existentes en un predio ubicado en la localidad de Popeta, en la Provincia de Melipilla, Región Metropolitana. Esta extracción se efectúa sólo mediante el uso de excavadora, debido a la baja dureza del mineral. Se considera actividad extractiva en bancos de 3 m de altura hasta 12 m bajos la cota original.

Específicamente, el Proyecto se lleva a cabo en el kilómetro 16 de la ruta G-60, en un terreno perteneciente a Minera Río Teno S.A., en el sector de Popeta-Mandinga a 15 km al suroeste de la localidad de Melipilla.

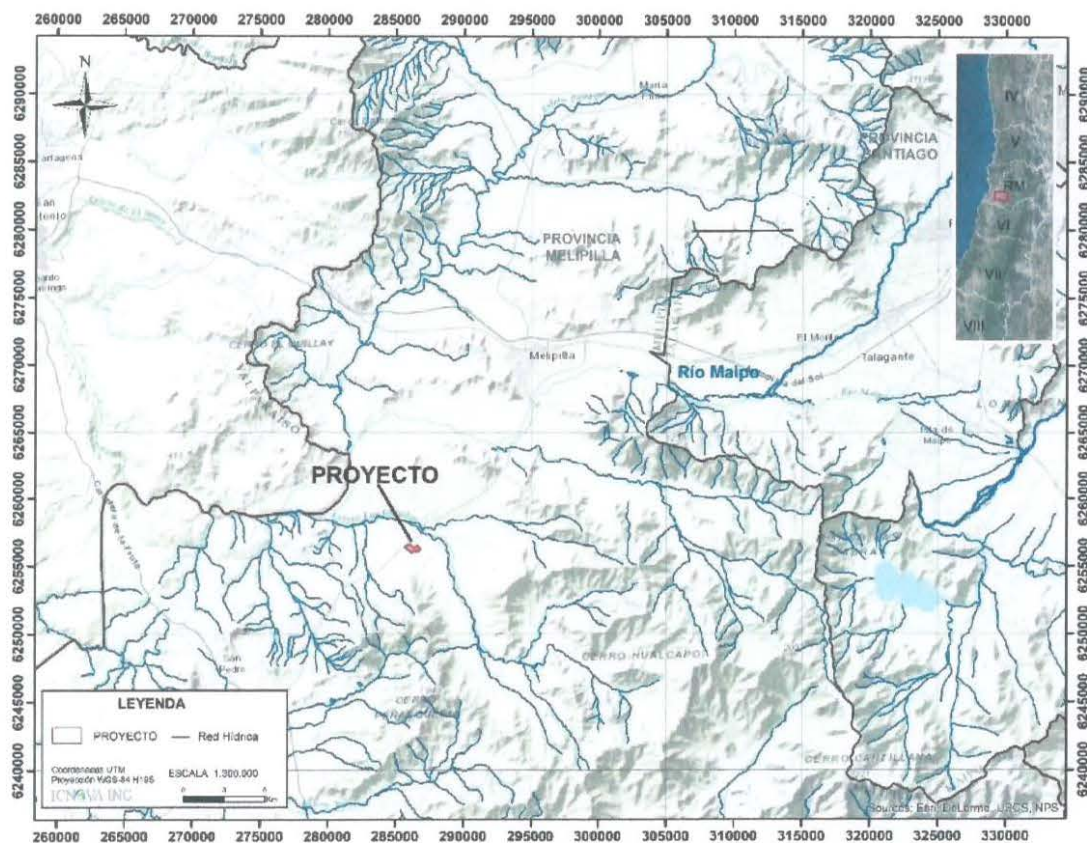
La superficie del Proyecto se caracteriza por ser en un predio de 33,9 ha, donde el Mandante declaró intervenir 4,5 ha, de las cuales 3,7 ha corresponden al área del rajo de explotación del yacimiento.

Las coordenadas UTM de referencia se muestran en la Tabla 4-1, mientras que la Figura 4-1 muestra la ubicación general del Proyecto.

Tabla 4-1: Ubicación del Proyecto (Datum WGS 1984)

	COORDENADAS	
	Este (m)	Sur (m)
Explotación Yacimiento Popeta	286.180	6.256.278

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-1: Ubicación del Proyecto


Fuente: Elaboración propia

En el área del Proyecto la puzolana se encuentra desde una profundidad de 0,2 m aproximadamente bajo la superficie del suelo, hasta una profundidad relativa mayor a 20 m.

En la Figura 4-2 se muestra un acercamiento de la ubicación del Proyecto:

Figura 4-2: Vista ampliada de la ubicación del Proyecto



Fuente: Elaboración propia. Mapa base obtenido de Google Earth 2017

4.2 Residuos líquidos

Para efectos del plan de monitoreo, es necesario especificar y caracterizar los residuos que se generarán durante la fase de construcción, operación y cierre de la planta. Esta información fue recopilada de la Declaración de Impacto Ambiental.

4.2.1 Etapa de construcción

Los residuos líquidos corresponderán a los generados por los trabajadores en los baños químicos dispuestos en el predio, y se prevé una tasa de generación de 0,5 m³/día, considerando un valor de 50 lt/trabajador/día. El retiro y manejo de estos residuos estará a cargo de una empresa autorizada por la Autoridad Sanitaria.

No se prevé la generación de otro tipo de residuos líquido durante esta etapa.

4.2.2 Etapa de operación

Estos residuos corresponderán a aguas servidas y residuales provenientes de los servicios higiénicos que se habilitarán en el predio. De forma estimativa se espera una generación 0,9 m³/día de aguas servidas aprox., ello asumiendo un consumo medio de 150 L/día/trabajador. Este volumen de residuo será dispuesto en el sistema de alcantarillado particular que será construido en el predio. La limpieza de la fosa séptica será realizada por una empresa autorizada al menos cada dos años o según requerimientos técnicos.

El sistema de alcantarillado estará constituido básicamente por una fosa séptica que recibirá las aguas provenientes de baños, permitiendo la digestión anaeróbica y sedimentación de lodos. Luego estas aguas serán recibidas por una cámara repartidora de drenes, desde donde se envían a un sistema de drenes que permitan la infiltración gradual del líquido en el terreno.

No se prevé la generación otros residuos líquidos, ya que en el procedimiento de extracción no se utiliza ningún tipo de aditivo ni proceso químico. El mantenimiento y lavado de vehículos se realizará en talleres fuera del predio.

4.2.3 Etapa de cierre

Dadas las características de las faenas de esta etapa, no se generarán residuos industriales líquidos. Al igual que durante las etapas de construcción y operación, los residuos líquidos corresponderán a aguas servidas producidas en los servicios higiénicos por el personal. Estos residuos serán manejados y dispuestos mediante el sistema de alcantarillado habilitado por el proyecto, el cual se mantendrá operativo hasta el final de las faenas de cierre.

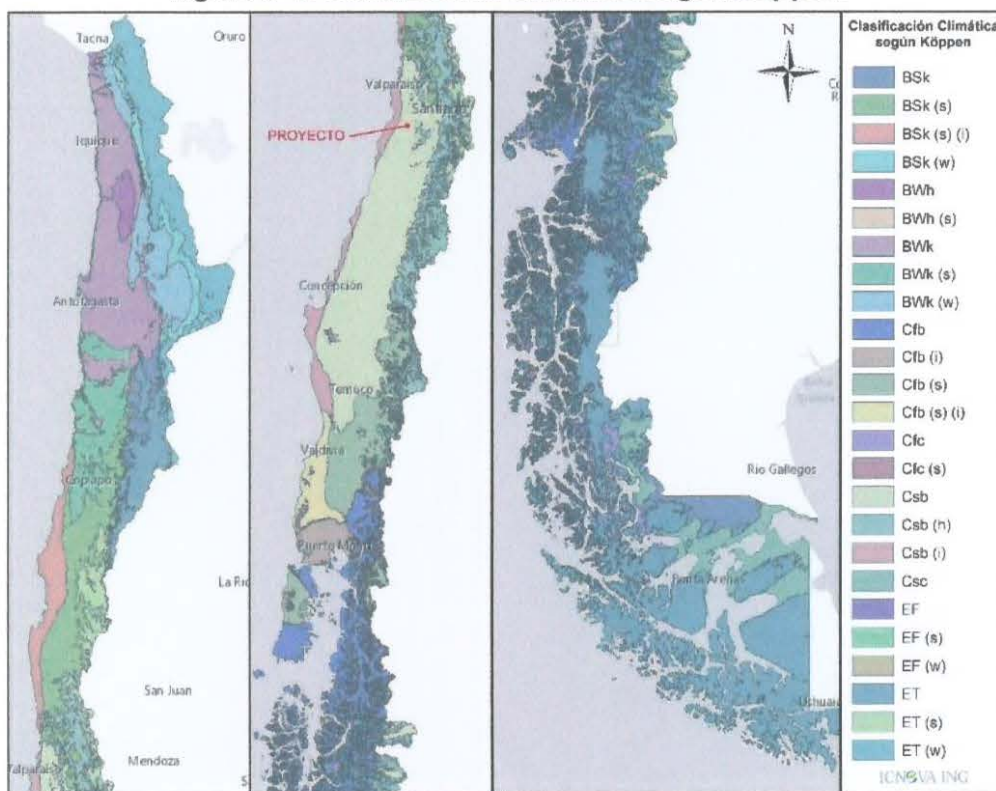
Una vez finalizada la faena de cierre, se procederá al cierre y desmantelación de la infraestructura asociada existente por sobre el suelo.

5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

5.1 Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen (Figura 5-1), la zona del Proyecto presenta clima Templado Cálido con Lluvias Invernales (Csb). Este clima se caracteriza por inviernos fríos o templados (temperatura media del mes más frío está entre -3°C y 18°C) y veranos secos, en donde la mayor parte de las lluvias caen en invierno o en las estaciones intermedias. Respecto a los veranos, estos se caracterizan por ser frescos pues no superan los 22°C de media en el mes más cálido, mientras que las temperaturas medias superan los 10°C al menos cuatro meses al año. Además, son veranos secos con un mínimo de precipitaciones marcado; la precipitación del mes más seco del verano es inferior a la tercera parte de la precipitación del mes más húmedo, y algún mes tiene precipitación inferior a 30 mm. Finalmente este tipo de climas se caracteriza por una vegetación natural de bosque mediterráneo por lo que se da principalmente en bosques templados.

Figura 5-1: Clasificación climática según Köppen



Fuente: Elaboración propia

5.2 Meteorología

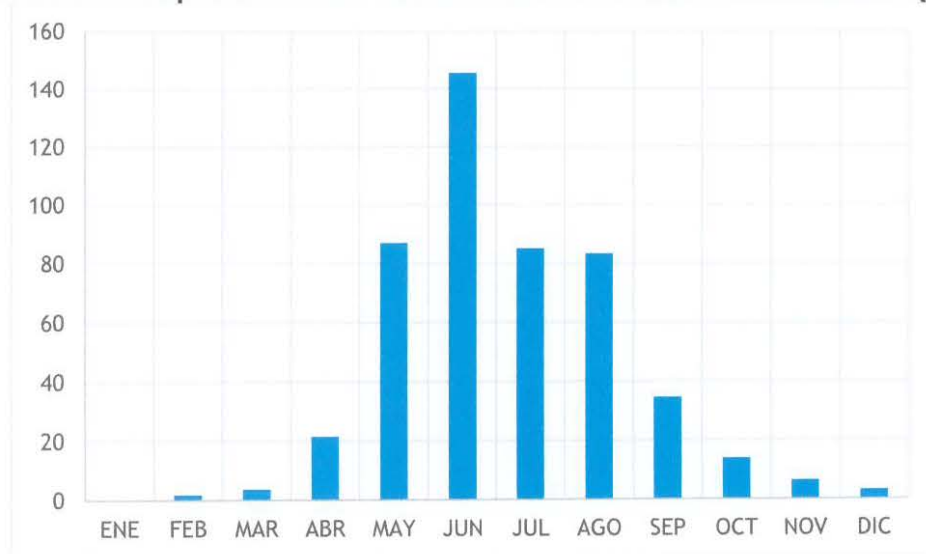
5.2.1 Precipitaciones

El régimen hidrológico general de la Región Metropolitana es de carácter pluvio-nival. La precipitación se encuentra concentrada en los meses de invierno y una estación muy seca producida por un dominio anticiclónico ininterrumpido. Estos períodos estacionales de marcadas características no son semejantes, ya que su fase de estación seca se prolonga por siete u ocho meses.

La distribución espacial de las lluvias permite identificar condiciones disímiles en el reducido radio de la cuenca de Santiago, debido al papel de biombo climático que juegan separadamente la cordillera de Los Andes y la cordillera de La Costa. De esta forma, el régimen de lluvias anuales presenta registros superiores a los 300 mm en la zona intermedia de la región y a medida que aumenta la altura hacia el sector precordillerano andino, estos registros presentan una relación directa, es decir un incremento también en los valores anuales de agua caída, alcanzando totales mayores a 750 mm en algunas localidades de la región.

La Figura 5-2 presenta las precipitaciones medias mensuales para la estación "Los Guindos" ubicada en la comuna de Melipilla. Esta estación, dentro de las que pertenecen a la Dirección General de Aguas, es la que tiene registros más cercanos al área del Proyecto.

Figura 5-2: Precipitaciones medias mensuales estación "Los Guindos" (mm)



Fuente: DGA (2017)

El promedio anual registrado por la estación mencionada anteriormente, entre los años 1990-2017, es de 476,54 mm. La Tabla 5-1 muestra el registro de las precipitaciones mensuales. De acuerdo a estos datos, el mes con mayor precipitación es junio con una media mensual de 145,54 mm, mientras que enero es el con menor precipitación (0,036 mm).

Tabla 5-1: Precipitaciones mensuales estación "Los Guindos"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	0,00	0,00	15,50	5,60	15,30	7,80	78,10	47,30	58,40	21,50	0,00	0,00
1991	0,00	0,00	0,00	32,30	150,10	226,50	104,90	18,30	62,50	13,50	0,00	28,00
1992	0,00	0,00	17,50	36,20	246,70	305,10	9,70	137,00	25,70	0,00	3,00	0,00
1993	0,00	0,00	0,00	49,00	107,80	134,30	78,60	42,90	2,10	2,00	5,30	0,00
1994	0,00	0,00	0,00	40,10	110,50	108,80	95,10	4,10	18,80	2,60	0,00	2,50
1995	0,00	0,00	0,00	55,00	0,00	214,50	142,00	88,50	17,50	13,80	0,00	0,00
1996	0,00	0,00	0,00	19,30	12,50	68,00	77,00	112,00	2,00	0,00	0,00	0,00
1997	0,00	0,00	0,00	16,00	150,00	467,00	59,00	134,00	118,00	73,00	24,50	0,00
1998	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	12,00	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	0,00
1999	0,00	0,00	11,00	2,00	40,10	69,10	43,00	96,00	174,40	4,00	0,00	0,00
2000	0,00	29,00	0,00	4,50	14,50	517,00	18,00	6,00	154,50	0,00	0,00	0,00
2001	0,00	0,00	0,00	20,00	124,00	21,00	285,60	163,00	19,50	0,00	0,00	0,00
2002	0,00	0,00	0,00	0,00	235,50	196,00	150,00	234,00	14,50	18,00	0,00	0,00
2003	0,00	0,00	0,00	0,00	119,00	136,50	79,50	20,00	40,00	5,00	16,00	0,00
2004	0,00	0,00	18,00	58,00	36,00	90,00	148,00	101,50	24,50	0,00	50,00	0,00
2005	0,00	0,00	10,50	5,00	178,00	198,00	70,00	132,00	20,20	10,00	29,50	0,00
2006	0,00	0,00	0,00	15,00	65,00	147,00	240,00	96,00	17,00	50,50	0,00	0,00
2007	0,00	20,00	0,00	0,00	14,00	75,00	76,50	49,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2008	0,00	0,00	20,00	6,00	203,50	83,00	81,00	206,50	2,50	0,00	0,00	0,00
2009	0,00	0,00	0,00	0,00	19,50	164,50	26,50	130,50	45,00	0,00	0,00	0,00
2010	0,00	0,00	0,00	0,00	41,00	174,50	90,10	7,40	21,50	11,00	1,80	0,00
2011	1,00	2,00	5,10	27,00	1,60	98,50	89,00	102,00	0,60	0,00	0,00	0,00
2012	0,00	0,00	1,20	0,00	159,00	154,50	1,50	50,00	0,00	40,00	4,50	51,00
2013	0,00	0,00	0,00	0,00	145,50	45,00	46,50	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2014	0,00	0,00	2,00	0,00			50,00	80,50	55,50	0,00	25,00	0,60
2015	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	67,00	118,00	53,00	68,00	11,80	0,00
2016	0,00	0,00	0,00	173,00	28,00	32,00	136,50	0,00	0,00	39,00	0,00	1,50
2017	0,00	0,00	0,00	12,00	101,00	184,00	40,00	126,50	0,00			
Media mensual	0,04	1,82	3,60	21,46	86,97	145,54	85,11	83,34	34,58	13,77	6,35	3,10

Fuente: Dirección General de Aguas (2017)

5.2.2 Temperatura

La Región Metropolitana se caracteriza por una alta oscilación térmica a escala anual y diaria que puede producir temperaturas inferiores a 0°C durante los meses invernales y superiores a 30°C durante el verano. Este comportamiento térmico anual se ve influenciado por la orografía del lugar, ya que hacia el oeste ejerce su accionar la cordillera de la costa, hacia el este la cordillera de Los Andes y en su parte central los valles transversales principales comprendidos por el río Maipo y Mapocho. Estas condiciones físicas de la región permiten fuertes gradientes de temperatura entre una zona y otra, llegando hasta 6°C en aquellas áreas ubicadas hacia el sector cordillerano, en relación con aquellos sectores de los valles intermedios.

La comuna de Melipilla se caracteriza por tener un clima mediterráneo marino. Se caracteriza por una estación lluviosa y de bajas temperaturas, abundante niebla (presente en las mañanas inclusive en el verano) por su cercanía con la costa; la estación seca se extiende por unos cinco meses. La cercanía a la costa también influye en que las temperaturas no sean tan extremas en general.

La Tabla 5-2 muestra las temperaturas medias máximas, mínimas y media para la zona del Proyecto. Considerando los datos recogidos por la estación "Melipilla" se tiene que en verano las temperaturas máximas superan los 26°C-28°C, contrariamente a las temperaturas mínimas de invierno en los meses de junio y julio, con mínimas de 5,13 °C.

Tabla 5-2: Temperatura en zona de Proyecto

PERIODO	TEMPERATURA MEDIA(°C)			PERIODO	TEMPERATURA MEDIA(°C)		
	mín.	máx.	media		mín.	máx.	media
Enero	11,85	28,07	19,59	Julio	5,13	14,75	9,79
Febrero	11,80	26,95	19,15	Agosto	6,13	16,21	11,03
Marzo	10,67	25,89	18,04	Septiembre	7,03	18,72	12,89
Abril	9,33	22,45	15,55	Octubre	7,92	21,51	14,52
Mayo	6,87	17,77	12,67	Noviembre	9,11	23,49	16,43
Junio	6,17	15,11	10,86	Diciembre	10,64	26,86	18,51

Fuente: Elaboración propia

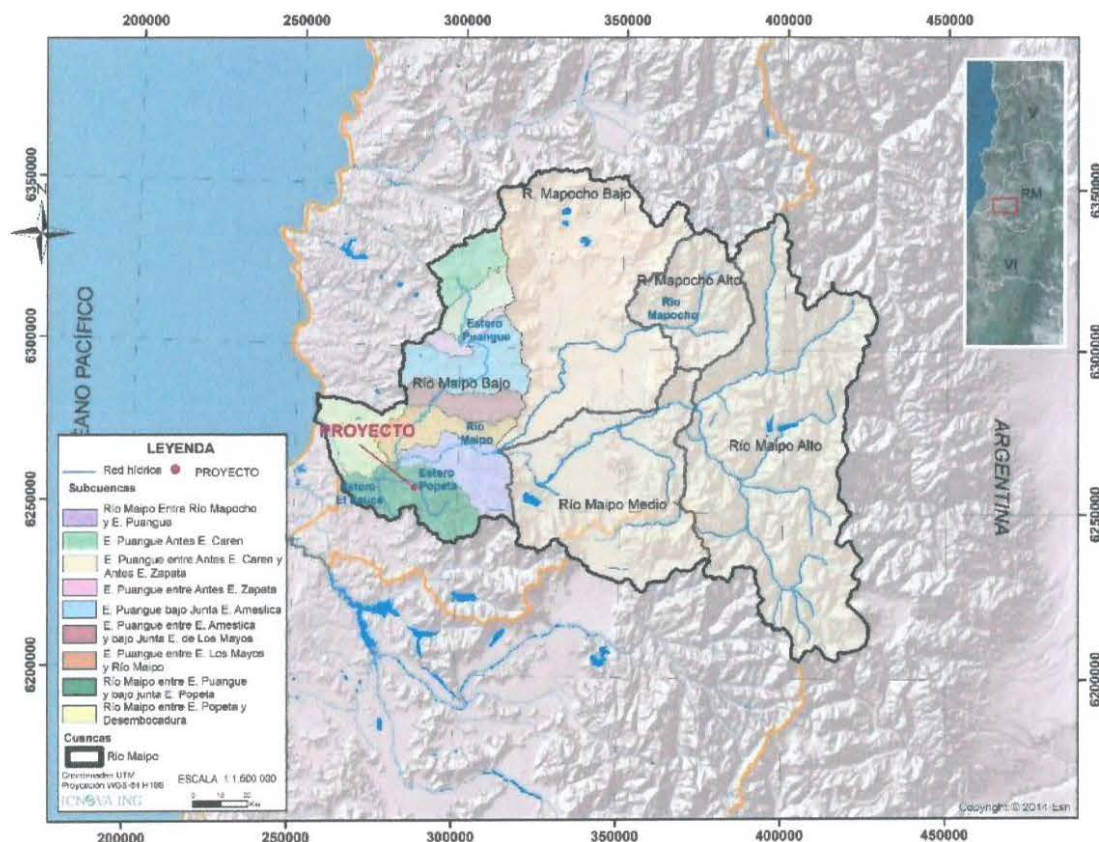
5.2.3 Humedad relativa

La humedad relativa expresada como la relación entre la cantidad de vapor de agua contenida en el aire y la cantidad de vapor en aire saturado a la misma temperatura, es relativamente baja, ligeramente superior al 70%, como promedio anual (Calderón J., Cruz C., 2008).

5.3 Hidrología

De acuerdo a la clasificación de cuencas hidrológicas realizada por la Dirección General de Aguas, el proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del Río Maipo. La Figura 5-3 muestra la división en subcuencas de acuerdo a dicha clasificación. Según esta figura, el Proyecto en estudio se encuentra en la subcuenca Río Maipo Bajo, específicamente entre "Estero Puangue y bajo junta Estero Popeta".

Figura 5-3: Cuencas Hidrográficas de acuerdo clasificación DGA



Fuente: Elaboración propia

Dentro de los cuerpos de agua más importantes de esta cuenca, y que se encuentran cerca del área del Proyecto, están el río Maipo, estero Popeta y estero El Sauce.

El Río Maipo tiene una longitud de 250 Km y una superficie aproximada de 15300 km² siendo la principal fuente de agua de la Región Metropolitana. En sus zonas alta y media el río Maipo es de régimen marcadamente nival, presentando un gran aumento de caudal en los meses de primavera producto de los deshielos cordilleranos. En la zona baja, el río Maipo posee un régimen pluvial, por lo cual presenta crecidas asociadas directamente con las precipitaciones.

El río nace en las laderas del volcán Maipo a 5.623 m.s.n.m. con las características de una quebrada cordillerana. Luego de cruzar la ciudad, cerca de la Cordillera de la Costa recibe desde el sur los aportes provenientes del estero Angostura, los que a su vez provienen en parte importante de sus tributarios los ríos Peuco y San Francisco. Al iniciar su recorrido a través de la Cordillera de Costa, recibe por su ribera derecha, los aportes del río Mapocho.

En el curso inferior, luego de recibir los aportes del Mapocho, su principal tributario corresponde al estero Puangue, recibiendo también aportes de los esteros Popeta, El Sauce y San Juan.

El estero Popeta, nace desde el estero Tantehue, junto al cordón de Culiprán y al estero Cholqui, los cuales drenan hacia el río Maipo por la ribera sur y surponiente de la ciudad de Melipilla, respectivamente. Más al poniente se suman al río Maipo, los esteros El Sauce y estero Quincahue.

El estero el Sauce nace en el sector Rinconada de San Pedro, al surponiente de la ubicación del Proyecto. Recibe las aguas del estero Patagual, para luego drenar en el río Maipo.

6. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

6.1 Geología y volcanismo

Según información recopilada en el Mapa Geológico de Chile del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN, escala 1:1.000.000), en el área de estudio se encuentra la siguiente formación geológica: **PI3t**, **CPg**, **Jsg** y **Q1**, tal como se indica en la Figura 6-1.

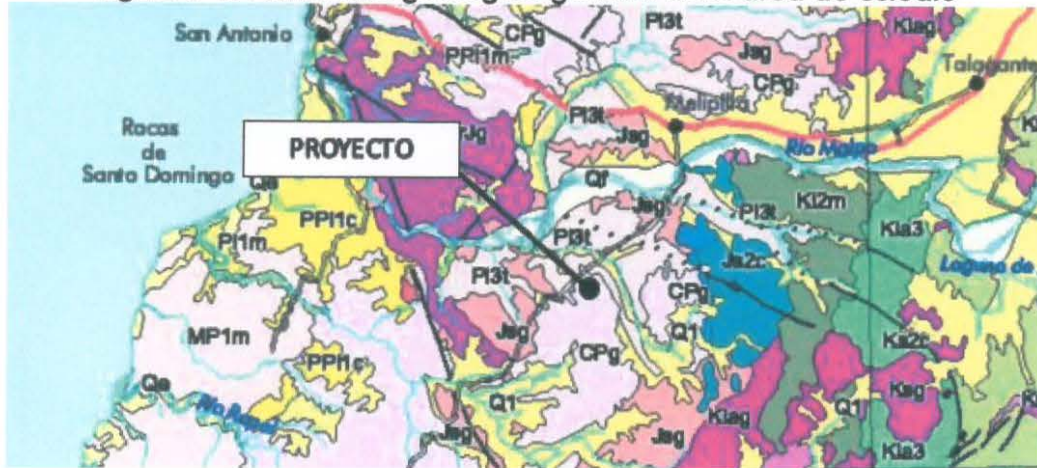
La formación geológica **PI3t** (Pleistoceno), corresponde a depósitos piroclásticos principalmente riolíticos, asociados a calderas de colapso. Estas están presentes en la Depresión Central y valles de la Cordillera Principal, regiones V a VII, por ejemplo, en Ignimbrita Pudahuel y Toba Loma Seca.

La formación geológica **Jsg** (Jurásico Medio-Superior), corresponde a monzodioritas cuarcíferas, dioritas y granodioritas de biotita, piroxeno y hornblenda. En la Cordillera de la Costa, regiones I a VI; en la Cordillera Principal, regiones X y XI: Plutón Panguipulli y borde oriental del Batolito Norpatagónico; en la península Antártica.

La formación geológica **CPg** (Carbonífero-Pérmico), corresponde a granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas, de hornblenda y biotita, localmente de muscovita. En la Precordillera y Cordillera Principal, regiones I a IV: Batolitos compuestos, 'stocks' y cuerpos hipabisales (Sierra Moreno, Cordillera de Domeyko, Batolito Elqui-Limarí); en la Cordillera Principal, regiones X y XI: Batolito Panguipulli-Riñihue y 'Stock' Leones.

La formación geológica **Q1** (Pleistoceno-Holoceno), corresponde a depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa y en menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. En la Depresión Central, que corresponde a las regiones Metropolitana a IX además se presentan abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciales con intercalación de depósitos volcanoclásticos.

Figura 6-1. Formación geológica general en el área de estudio



Fuente: SERNAGEOMIN (2012).

6.2 Geomorfología

La unidad morfoestructural que predomina en el sector en que se emplaza el Proyecto, es la Cordillera de la Costa.

La Cordillera de la Costa se sitúa entre el Océano Pacífico y la Depresión Central, en ella se encuentran cerros que sobrepasan los 2.000 m.s.n.m. Está formada principalmente por granitoides del Paleozoico Superior en su flanco occidental y por secuencias volcánicas y sedimentarias mesozoicas en la parte más oriental. En este cordón montañoso y en la Cordillera de los Andes se desarrollan principalmente depósitos coluviales, de pie de monte en las laderas y depósitos fluviales en el fondo de los valles, muchas veces acompañados de depósitos fluviales más antiguos que forman terrazas.

En la Cordillera de la Costa se encuentran rocas estratificadas, sedimentarias y volcanosedimentarias de edades neógenas, cretácicas y jurásicas. Las rocas estratificadas están mejor representadas en la parte oriental de la Cordillera donde afloran materiales principalmente cretácicos en los que, por extensión, destacan la Formación Las Chilcas, La Formación Veta Negra y la Formación Lo Prado.

La Formación Quintay se extiende por la costa y consiste en rocas donde predominan las anfíbolitas y gneiss con intercalaciones de esquistos. Las formaciones cretácicas se extienden en el flanco oriental de la Cordillera y están constituidas por ignimbritas, lavas y lavas brechosas con intercalaciones de areniscas y calizas fosilíferas de edad Neocomiana (Formación Lo Prado); por lavas andesíticas porfíricas con intercalaciones de areniscas cementadas de edad

Cretácica (Formación Veta Negra) y por lavas y brechas andesíticas de edad Cretácica superior (Formación Las Chilcas).

Además, se reconocen otras unidades de rocas estratificadas de edad cretácica y jurásica, pero de menor representación a escala regional. También se encuentran rocas estratificadas más recientes como las rocas sedimentarias neógenas de la Estratos de Potrero Alto, con secuencias principalmente aluviales, o la Formación Navidad, con sedimentos marinos. Estas, junto con las lavas basálticas de Patagua, afloran únicamente en la zona más occidental de la Región Metropolitana de Santiago. En algunos valles de la Cordillera de la Costa se encuentran sedimentos no consolidados que conforman acuíferos cubiertos por los depósitos de las Ignimbritas de Pudahuel que se componen de depósitos piroclásticos de flujos de cenizas y lapilli.

Específicamente, el Proyecto se ubica en el sector Río Maipo Bajo, es decir, desde su confluencia con el río Mapocho a Cuncumén. Este sector se caracteriza por la existencia de formaciones rocosas, de composición granítica, que se presentan frecuentemente atravesadas por sistemas de fallas. Característico de estas rocas graníticas, es el severo grado de alteración que las afecta, dando origen a potentes coberturas de suelos residuales conocidos como maicillos.

Los cursos de aguas comenzaron a excavar sus valles a través de las trazas de fallas, permitiendo un desarrollo rectilíneo con paredes abruptas y secciones estrechas en el sector cordillerano, erosionando estos sectores de cabecera y depositando el material extraído hacia el valle principal del río Maipo.

La presencia de los cerros de granito destaca hacia el sur los sedimentos actuales del Maipo; hacia el norte las cenizas volcánicas; hacia el este por materiales aluviales y coluviales que se da entre la localidad de Melipilla y los relieves que encierran la rinconada de Pomaire.

Los depósitos de conos de deyección, genéticamente asociados a acciones aluviales, se desarrollan prácticamente en toda el área, en torno de las cabeceras de las hoyas hidrográficas secundarias, tributarias de los esteros: Alhué, Puangue, Zapata. Del mismo modo, se dispone discontinuamente adosados al pie de empinadas cadenas de cerros. El límite occidental se da por un relieve no pronunciado; son lomajes de la cordillera de la costa, que presentan alturas que disminuyen de sur a norte, donde se destacan en general, sistemas de vertientes de carácter pasivo; es decir, de poca pendiente, de relativa regularidad y poca erosión.

Los esteros Cholqui y Popeta, los cuales drenan hacia el río Maipo al sur y surponiente de la ciudad de Melipilla, respectivamente, presentan una situación morfológicamente distinta al resto del sector, ya que éstos definen valles mucho más amplios y profundos. Su origen provendría de la formación de fosas tectónicas menores que habrían sido rellenadas durante el Cuaternario por flujos o avalanchas laháricas provenientes de la Cordillera de Los Andes.

6.3 Suelos

El Proyecto se desarrolla en una sección baja de la cuenca del Río Maipo, la cual se considera predominantemente una zona costera. Se destaca el Valle estrecho de Melipilla por poseer suelos de material granítico estratificados. Generalmente bien drenados, de fertilidad natural baja o moderada y una subutilización agrícola marcada por la falta de agua. Algunas de las características principales que se pueden mencionar de este tipo de suelo son las siguientes:

- Textura: Moderadamente gruesa, clasificada como franco arenoso, y gruesa, clasificada como arenoso franco o muy arenosa.
- Permeabilidad: presenta un nivel de permeabilidad media-alta.
- Escorrentía: presenta un nivel de escorrentía media-alta.
- Erosión: presenta un riesgo de erosión de nivel medio-bajo.

Esta área es la menos homogénea, producto de los diferentes procesos que se encuentran actuando sobre ella y los distintos materiales generadores que han dado origen a los suelos. Por una parte, se encuentran los suelos provenientes de materiales heterogéneos que ocupan las partes bajas del paisaje y por otras, los materiales graníticos que ocupan las partes altas y muestran en general, los suelos más desarrollados.

Al considerarse materiales de un mismo origen, se observa un ligero incremento en el contenido de materiales finos hacia las terrazas más bajas, un aumento en los problemas de drenaje y la aparición de substratum aluvial dentro de la sección de control (suelo Chiñigue). En las terrazas más bajas predominan los materiales heterogéneos con un moderado aporte de materiales graníticos localmente, los suelos son de texturas más gruesas cuanto más baja sea la posición fisiográfica que ocupan y presentan menor evolución, la pedregosidad superficial se incrementa rápidamente en los suelos de posición más baja y se producen problemas de drenaje de temporada y de inundaciones ocasionales. La siguiente es la asociación catenaria de las series de suelos al considerar un corte en las proximidades de Melipilla: Lo Vásquez - Piedmont Lo Vásquez - Pomaire - Pahuilmo - San Diego o Chiñigue - La Higuera - Codigua. En la ribera izquierda del río Maipo,

la serie Viluma reemplaza a la serie Piedmont Lo Vásquez y la serie Cholqui reemplaza a la serie San Diego, apareciendo un grupo de suelos no diferenciados y estratificados en la misma posición intermedia correspondiente a la serie La Higuera.

El contenido de materia orgánica es bastante reducido, los valores superficiales acusan un 2% para los suelos de piedmonts que no sean de texturas moderadamente gruesas (serie Las Perdices 1%), los suelos de las terrazas acusan valores fluctuantes entre 3 y 4%; el suelo Pahuilmo se aparta de estos valores y las cifras se duplican en relación al resto de los suelos. No hay carbonato de calcio libre en estos suelos excepto en la serie Codigua que se encuentra sometida a inundaciones ocasionales del río Maipo y se riega con agua de este río. La reacción de los suelos es ligeramente ácida en la parte alta de la catena (serie Lo Vásquez, Piedmont Lo Vásquez y Las Perdices) y ligeramente alcalina en todos los miembros restantes, excepto Pahuilmo que es de reacción neutra. Las conductividades eléctricas se mantienen por debajo de 1 mmhos/cm. aunque la serie Pahuilmo muestra valores ligeramente superiores.

6.4 Hidrogeología

La cuenca del río Maipo se extiende desde la latitud 32°55' por el norte hasta la latitud 34°15' por el sur. En esta cuenca tradicionalmente se han distinguido 4 unidades morfoestructurales mayores diferentes, subparalelas entre sí y de rumbo Norte Sur. De Este a Oeste son las siguientes:

- Cordillera de los Andes
- Depresión Intermedia
- Cordillera de la Costa
- Planicie Costera

A nivel regional la hidrogeología de la zona del Proyecto se describe mediante las características de La Cordillera de la Costa, donde la mayor parte de los materiales que afloran corresponden a rocas intrusivas de edades comprendidas entre el Paleozoico y Cretácico, con potencial hidrogeológico de bajo a nulo. Las unidades geológicas de potencial hidrogeológico alto o muy alto corresponden a depósitos no consolidados localizados en los valles. Las secuencias volcano-sedimentarias con intercalaciones de sedimentos continentales y marinos pueden presentar un potencial hidrogeológico de bajo a medio.

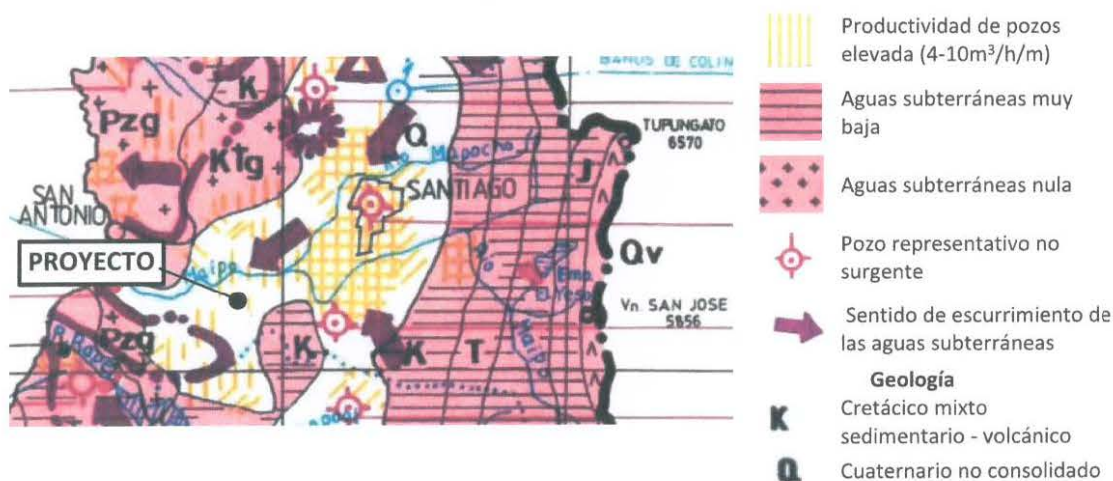
A nivel de sector, en el sistema Melipilla se observa un estrangulamiento de la cuenca, lo que hace aumentar el gradiente hidráulico, al disminuir la sección de

paso. La sección de entrada del acuífero se ubica en la localidad de Pomaire, recibiendo aportes tanto superficiales como subterráneos del Sector de Santiago Sur. La sección de salida se ubica aguas abajo de la confluencia del estero Los Sauces con el Maipo, donde se produce el máximo estrechamiento de la cuenca.

El sector acuífero Estero Popeta se define en función de la cuenca hidrográfica y aporta al sector de Melipilla tanto superficial como subterráneamente. La litología del acuífero se compone principalmente por depósitos fluviales actuales y antiguos aterrazados (gravas arenosas y arenas) y depósitos coluviales y conos de deyección. También este sector se encuentra en gran parte cubierto por cenizas de origen volcánico.

La Figura 6-2, obtenida desde el Mapa Hidrogeológico de Chile, DGA (1986), representa las características hidrogeológicas generales de la cuenca del río Maipo. En ella se muestra que en la zona de proyecto se presentan pozos de productividad elevada (de 4 m³/h/m a 10 m³/h/m). Asimismo, el flujo de escurrimiento de aguas subterráneas es con dirección oeste.

Figura 6-2: Características Hidrogeológicas de la Cuenca Río Maipo



Fuente: DGA (1986)

6.5 Identificación del Acuífero

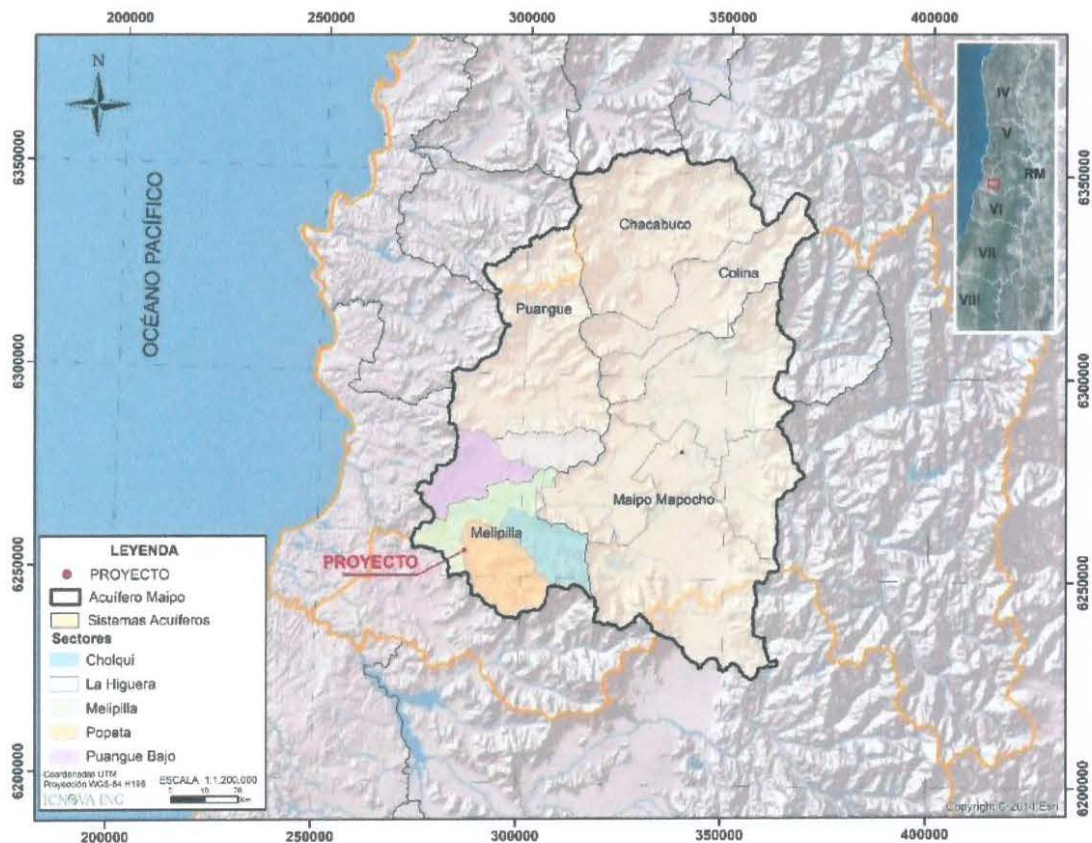
La información de la cuenca del Maipo que se puede extraer del Mapa Hidrogeológico (DGA, 1986) confirma que sólo un acuífero se ubica en el sector cordillerano, específicamente en el sector del río Volcán y Yeso. Esta reserva de aguas subterráneas llamada acuífero de Santiago, se localiza desde la precordillera hasta Talagante, con dimensiones cercanas a 10.000 millones de

metros cúbicos, equivalentes a 40 embalses El Yeso. Siguiendo el sentido de escurrimiento del río Maipo, otro acuífero se localiza en el sector del río Volcán, en que se junta con el río Maipo. En el área restante de la zona cordillerana no hay existencia de acuíferos.

DARH (2002), definió sectores a través de un reconocimiento de la cartografía topográfica y geológica, y levantamiento en terreno. De acuerdo a esta clasificación, el Proyecto se encuentra en el sistema Melipilla, sector Estero Popeta, tal como se indica en la Figura 6-3.

El sistema Melipilla corresponde al sistema ubicado en la zona sur de las cuencas hidrográficas del Puangue y el Río Maipo, siendo precisamente esta última la cuenca que la conforma. Tiene una extensión de 960 km².

Figura 6-3: Acuífero zona del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

A su vez, en el sector Estero Popeta el acuífero se desarrolla en una cuenca aportante a la del Maipo y se ha definido en función de la cuenca del Estero

Popeta. Desde el punto de vista hidrológico este sector aporta al Sector de Melipilla, tanto superficial como subterráneamente. Al igual que el sector Estero Cholqui, gran parte del acuífero de este sector se encuentra cubierto por cenizas de origen volcánico y que corresponden a depósitos de cenizas pumiciticas ignimbriticas. El acuífero corresponde a depósitos fluviales actuales y antiguos aterrazados, formados por gravas arenosas y arenas y a depósitos coluviales y conos de deyección, formados por sedimentos diamícticos.

6.6 Caracterización de las aguas subterráneas

En el estero Popeta, la potencia del relleno supera los 130 m. Se constata la presencia de acuíferos confinados por estratos arcillosos a partir de los 20 m de profundidad. El espesor de estas formaciones varía entre 2 y 10 m.

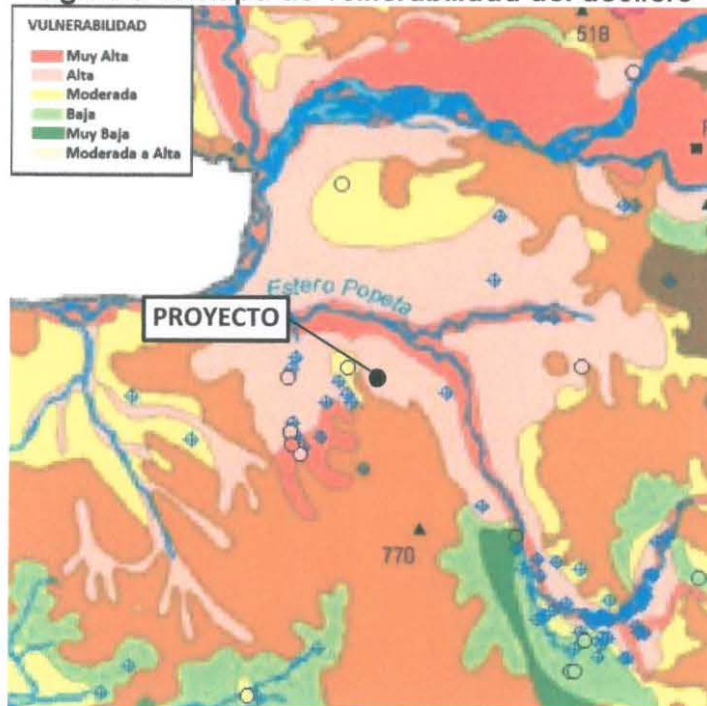
En el sector de la confluencia de los valles anteriores con el río Maipo, existe un acuífero confinado bajo los 10 m de profundidad compuesto de grava, arena y algo de balones. Ya en la zona de la desembocadura del río Maipo, en las cercanías de Llo-Lleo, se aprecia claramente un acuífero más importante y potente bajos los 45 a 50 m de profundidad. El acuífero superficial tiene mejor permeabilidad que el profundo que tiene espesores superiores a los 20 m. En el acuífero inferior se ha detectado intrusión salina.

El nivel estático en la zona alta del valle del estero Popeta la napa se ubica entre los 10 y 15 m de profundidad; hacia la parte central del valle este nivel se encuentra entre los 6 y 13 m. Mientras que en la zona de la desembocadura del río Maipo el nivel estático se constata muy superficial no superando los 2 m de profundidad.

Con respecto a propiedades hidráulicas se tiene que en el valle del estero Popeta existen transmisibilidades medias entre 500 y 750 m²/día y no mayores de 950 m²/día. Los pozos de bombeo muestran productividades del orden de 7 m³/h/m. Y en la zona del río Maipo tanto en la confluencia de los esteros Cholqui y Popeta como en la desembocadura, las transmisibilidades están entre 250 y 400 m²/día.

6.7 Vulnerabilidad del acuífero

La Figura 6-4 presenta la ubicación del Proyecto en relación a la vulnerabilidad de los acuíferos de la Región Metropolitana (SERNAGEOMIN, 2004). De acuerdo a esta figura, la zona del Proyecto presenta una vulnerabilidad alta.

Figura 6-4: Mapa de vulnerabilidad del acuífero


Fuente: SERNAGEOMIN (2004)

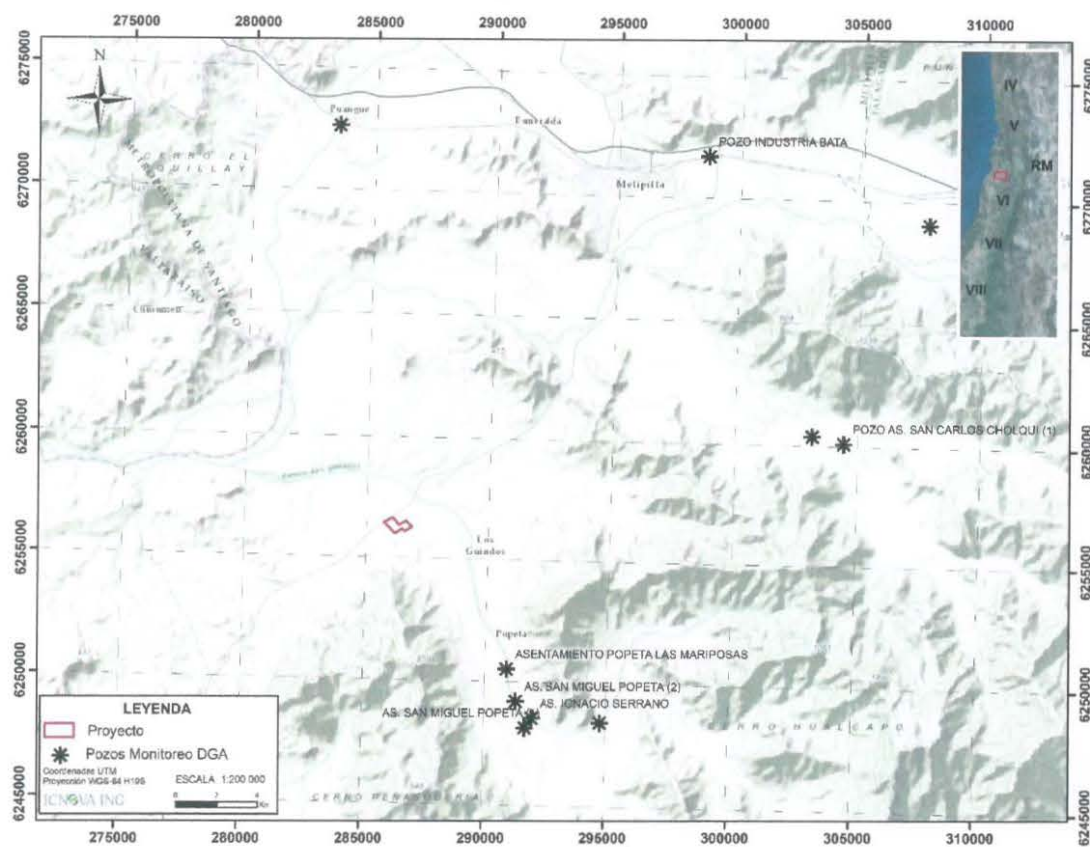
6.8 Información de pozos cercanos a la zona del Proyecto

Con el fin de caracterizar el comportamiento del acuífero en las cercanías del Proyecto, se realiza una búsqueda de los pozos inscritos en la Dirección General de Aguas (DGA) tanto en el registro de Pozos de Monitoreo como en el Catastro Público de Aguas. La información obtenida se resume a continuación:

6.8.1 Recopilación de datos obtenidos de los pozos de monitoreo

Se presentan los registros recopilados de los pozos analizados e inscritos ante la DGA con registros mensuales o bimensuales sobre el nivel estático, en un radio próximo a la zona de estudio.

En la Figura 6-5 se muestra su localización de acuerdo con la ubicación del proyecto, mientras que en la Tabla 6-1 se presenta el detalle de cada uno.

Figura 6-5: Ubicación pozos de monitoreo de DGA


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6-1: Ubicación pozos DGA

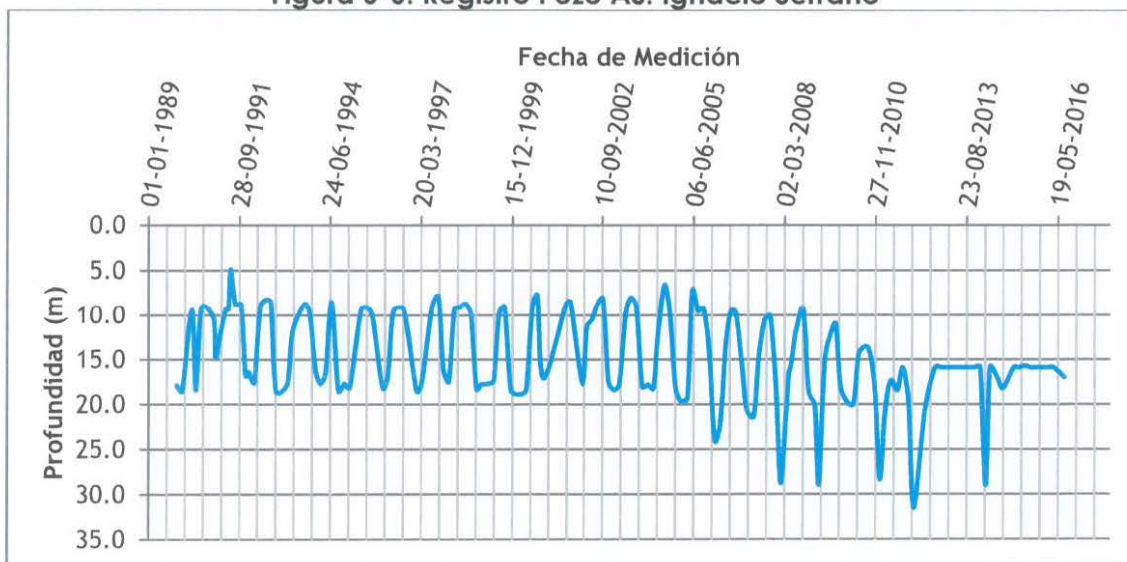
NOMBRE POZO	COMUNA	REGIÓN	UTM NORTE	UTM ESTE	AÑO INICIO	AÑO FIN
AS. Ignacio Serrano	Melipilla	Metropolitana	6.248.848	292.152	1900	Vigente
AS. San Miguel Popeta (1)	Melipilla	Metropolitana	6.248.442	291.878	1900	Vigente
AS. San Miguel Popeta (2)	Melipilla	Metropolitana	6.249.512	291.495	1970	Vigente
Asentamiento Popeta Las Mariposas	Melipilla	Metropolitana	6.250.829	291.080	1900	Vigente
Pozo AS. San Carlos Cholqui (1)	Melipilla	Metropolitana	6.260.425	304.640	1973	Vigente
Pozo Industria Bata	Melipilla	Metropolitana	6.272.016	298.862	1900	Vigente

Fuente: DGA (2017). Dátum: UTM WGS 1984, 19S.

La Figura 6-6 muestra los valores registrados durante 29 años del Pozo AS. Ignacio Serrano, que se ubica a 9,5 km al sureste de la zona del proyecto. Tal como se

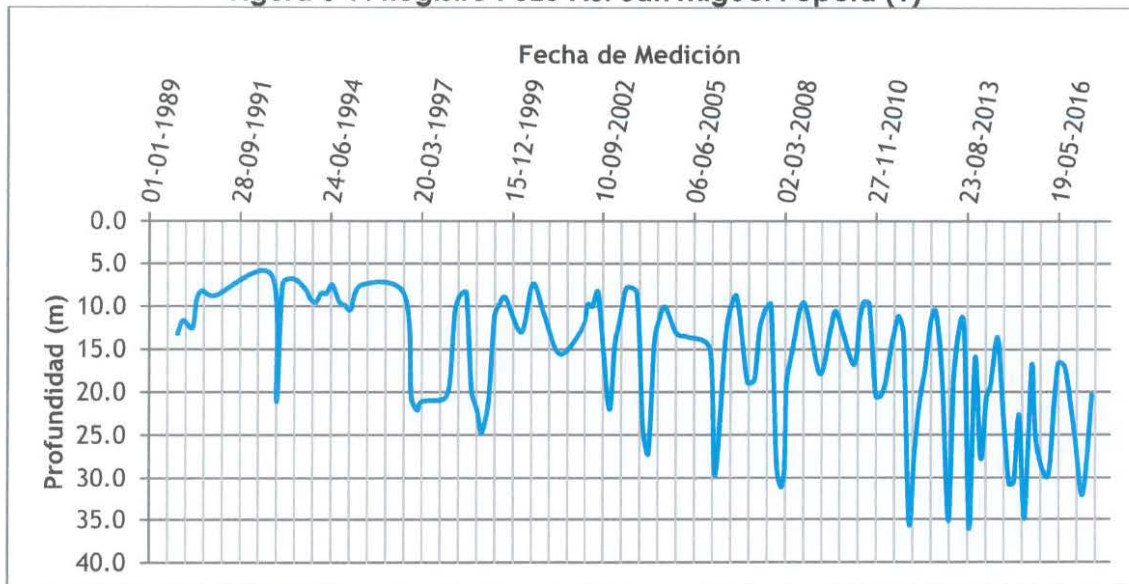
observa, existe una fluctuación de la profundidad entre 30 m y 5 m. Sin embargo, la tendencia de los últimos 10 años indica que la profundidad disminuye 0,018 m cada año. Para mayor detalle, todos estos valores están presentes en la Tabla 9-1 de la sección ANEXOS.

Figura 6-6: Registro Pozo AS. Ignacio Serrano



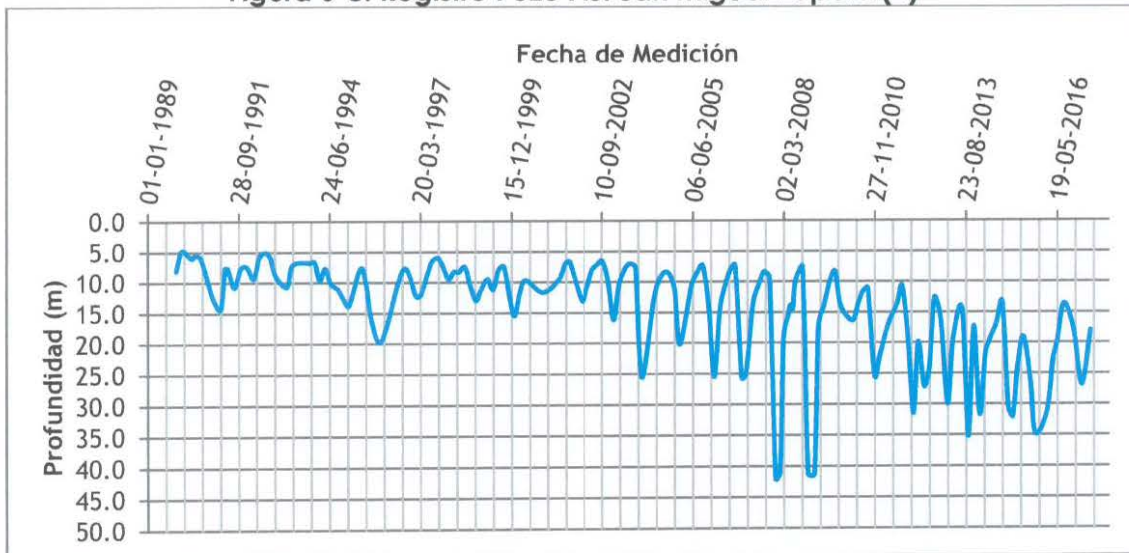
Fuente: DGA (2017)

La Figura 6-7 muestra los valores registrados durante 29 años del Pozo AS. San Miguel Popeta (1), que se ubica a 9,6 km al sureste de la zona del proyecto. Tal como se observa, existe un aumento en la profundidad a la que se encuentra la napa freática. De hecho, la tendencia de los últimos 10 años indica que la profundidad aumenta 0,876 m cada año. Para más detalles, todos estos valores están presentes en la Tabla 9-2 de la sección ANEXOS.

Figura 6-7: Registro Pozo AS. San Miguel Popeta (1)


Fuente: DGA (2017)

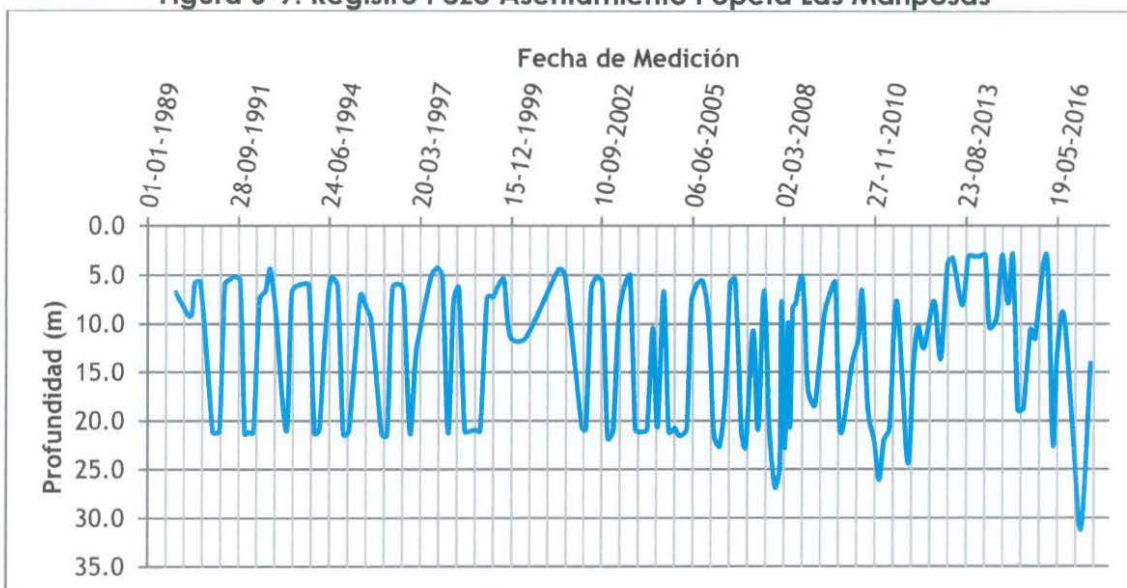
La Figura 6-8 presenta los valores registrados durante 29 años del Pozo AS. San Miguel Popeta (2), que se ubica a 8,5 km al sureste de la zona del proyecto. Tal como se observa, existe un aumento en la profundidad a la que se encuentra la napa. De hecho, la tendencia de los últimos 10 años indica que la profundidad aumenta 0,62 m cada año. Para más detalles, la Tabla 9-3 de la sección ANEXOS presenta todos los registros considerados.

Figura 6-8: Registro Pozo AS. San Miguel Popeta (2)


Fuente: DGA (2017)

La Figura 6-9 presenta los valores registrados durante 29 años del Pozo Asentamiento Popeta Las Mariposas, que se ubica a 7,2 km al sureste de la zona del proyecto, uno de los pozos públicos más cercanos. Tal como se observa, existe una disminución en la profundidad a la que se encuentra la napa. De hecho, la tendencia de los últimos 10 años indica que la profundidad disminuye 0,475 m cada año. Para más detalles, la Tabla 9-4 de la sección ANEXOS, presenta todos los registros considerados.

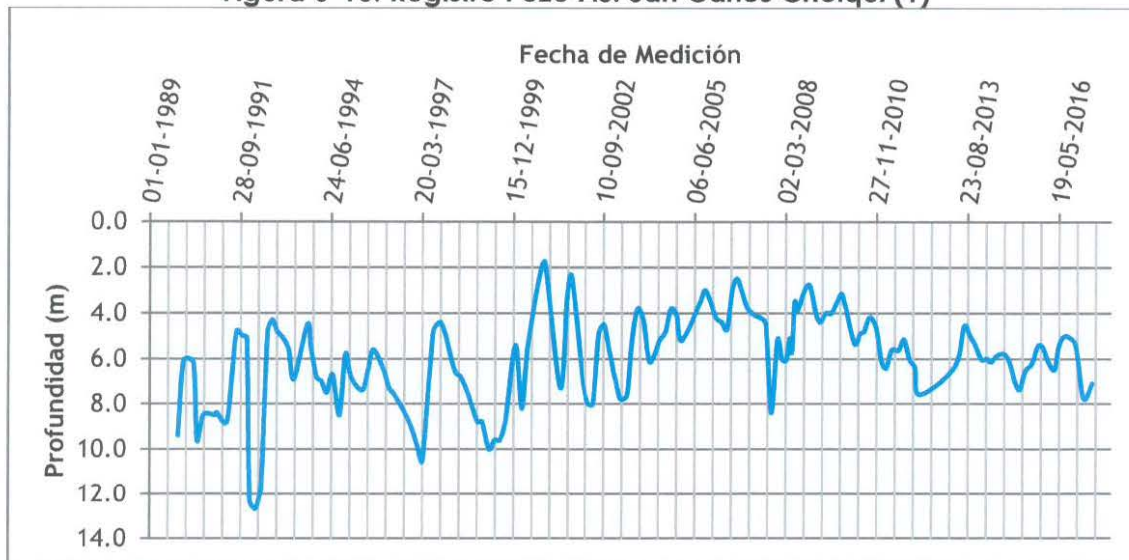
Figura 6-9: Registro Pozo Asentamiento Popeta Las Mariposas



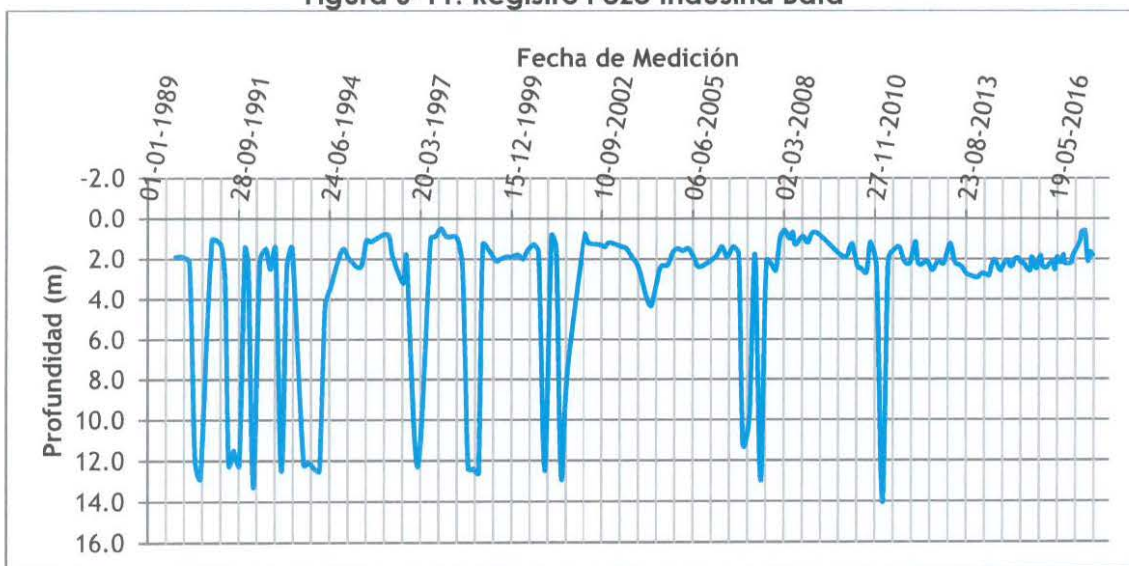
Fuente: DGA (2017)

La Figura 6-10 presenta los valores registrados durante 29 años del Pozo AS. San Carlos Cholqui (1), que se ubica a 18 km al noreste de la zona del proyecto. Si bien, no se observa un gran cambio en la profundidad a la que se encuentra la napa, esta aumenta 0,18 m en promedio durante un año. Para más detalles, la Tabla 9-5 de la sección ANEXOS presenta los registros considerados.

La Figura 6-11 presenta los valores registrados durante 29 años en el Pozo Industria Bata, que se ubica a 20,3 km al noreste de la zona del proyecto, el pozo más lejano considerado en este estudio. Tal como se observa, existe una disminución en la profundidad de la napa freática. De hecho, la tendencia de los últimos 10 años indica que la profundidad disminuye 0,11 m cada año. La Tabla 9-6 de la sección ANEXOS presenta los registros considerados, en caso de que se quiera contar con más detalles.

Figura 6-10: Registro Pozo AS. San Carlos Cholqui (1)


Fuente: DGA (2017)

Figura 6-11: Registro Pozo Industria Bata


Fuente: DGA (2017)

6.8.1.1 Estimación de la época y profundidad crítica

Para la caracterización de la napa se realiza un estudio estadístico basado en el análisis de la información de los registros de los pozos de monitoreo de la DGA, con la finalidad de estimar el nivel crítico de la napa freática en los pozos más cercanos al Proyecto.

Para poder establecer el nivel crítico de la napa, se debe en primer lugar, estimar la época crítica en que este ocurre. Para estos efectos, la época crítica corresponde al periodo en donde el nivel de la profundidad del pozo se encuentra en niveles críticos, es decir, cuando ha alcanzado los valores más cercanos a la superficie.

Para la estimación de estos valores, se procede a establecer anualmente el mes en el que se produce el valor de la napa más cercano a la superficie. Luego, se analizan estadísticamente todos los registros obtenidos para determinar la moda, y de esta forma, obtener el mes crítico para cada pozo.

La Tabla 6-2 muestra como resultado la profundidad crítica de cada año junto al mes en que este valor fue alcanzado.

En la Tabla 6-3, por su parte, se presenta el conteo de los meses críticos considerando todos los registros mostrados en la Tabla 6-2. Para cada pozo el mes crítico corresponde al mes de moda, es decir, aquel que tiene mayor cantidad de registros. Este valor ha sido destacado en la tabla.

Como se observa, la estadística indica que en la mayoría de los casos el mes crítico ocurre en septiembre y el segundo mes que más presenta crisis es junio. Solo se diferencia el Pozo Industria Bata en que su mes crítico es febrero, sin embargo, este es el pozo más lejano a la zona del Proyecto.

Finalmente, considerando estos registros, y ponderando por la cercanía de los pozos con la zona del Proyecto, se ha escogido como mes crítico, el mes de septiembre.

Tabla 6-2: Profundidad mínima de cada pozo y mes de ocurrencia

AÑO	AS. IGNACIO SERRANO		AS. SAN MIGUEL POPETA (1)		AS. SAN MIGUEL POPETA (2)		ASENTAMIENTO POPETA LAS MARIPOSAS		POZO AS. SAN CARLOS CHOLQUI (1)		POZO INDUSTRIA BATA	
	Prof. Mín (m)	Mes crítico	Prof. Mín (m)	Mes crítico	Prof. Mín (m)	Mes crítico	Prof. Mín (m)	Mes crítico	Prof. Mín (m)	Mes crítico	Prof. Mín (m)	Mes crítico
1989	17,9	11	13,2	11	8,1	11	6,75	11	9,4	11	1,9	11
1990	9,2	8	8,2	8	4,8	1	5,75	6	6,1	1	1,1	12
1991	4,9	6	-	-	7,3	12	5,15	8	4,8	8	1,3	3
1992	8,2	7	6,4	9	5,1	7	4,35	9	4,3	9	1,5	7
1993	8,7	9	6,8	5	6,7	9	5,85	9	4,5	9	1,5	5
1994	8,5	7	7,5	7	6,7	1	5,25	7	5,8	11	1,5	11
1995	9,1	7	7,5	5	7,7	5	7,05	5	5,6	9	1,1	7
1996	9,4	9	8,7	9	7,9	9	6,25	5	6,5	1	0,8	3
1997	7,9	9	20,8	11	6	9	4,25	9	4,4	9	0,5	10
1998	8,7	7	8,4	7	7,5	7	6,35	5	5,8	1	1	4
1999	9,1	9	9	9	7,5	9	5,45	9	8,7	9	1,3	2
2000	7,8	9	7,4	7	9,7	5	11,4	5	1,81	11	1,3	8
2001	8,5	9	15,6	5	6,7	9	4,41	5	2,41	9	0,9	2
2002	8,1	9	8,4	7	6,6	9	5,15	7	4,5	9	0,8	2
2003	8	7	7,8	5	7	7	5,05	7	3,8	9	1,4	4
2004	6,6	7	10,1	7	8,5	7	6,65	7	3,8	9	1,5	12
2005	7,3	5	13,6	3	7,4	9	5,65	9	3	9	1,5	4
2006	9,5	7	8,8	9	7,3	9	5,45	9	2,5	9	1,4	4
2007	10,1	9	9,8	9	8,4	7	6,6	7	3,8	1	1,8	4
2008	9,4	9	9,6	9	7,7	9	5,4	9	2,8	11	0,6	3
2009	11,1	9	10,7	9	8,4	9	5,8	9	3,2	11	0,7	2
2010	13,75	9	9,53	7	11,12	9	6,69	7	4,19	9	1,19	10
2011	15,9	9	11,15	7	10,77	9	7,65	7	5,16	9	1,45	8

AÑO	AS. IGNACIO SERRANO		AS. SAN MIGUEL POPETA (1)		AS. SAN MIGUEL POPETA (2)		ASENTAMIENTO POPETA LAS MARIPOSAS		POZO AS. SAN CARLOS CHOLQUI (1)		POZO INDUSTRIA BATA	
	Prof. Mín (m)	Mes crítico	Prof. Mín (m)	Mes crítico	Prof. Mín (m)	Mes crítico	Prof. Mín (m)	Mes crítico	Prof. Mín (m)	Mes crítico	Prof. Mín (m)	Mes crítico
2012	15,9	9	10,62	9	12,7	9	7,68	9	6,4	1	1,16	2
2013	15,9	1	11,84	7	14,66	7	3,11	11	4,58	7	1,25	2
2014	15,9	1	13,66	7	13,47	9	2,98	9	5,8	9	2,04	6
2015	15,7	5	16,92	7	19,1	5	3,14	1	5,43	9	1,85	11
2016	15,9	1	16,6	5	13,64	7	3,09	1	5	7	1,8	7
2017	-	-	20,36	5	18	5	14,04	5	7,1	5	0,63	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6-3: Conteo mes crítico para cada pozo estudiado

MES	AS. IGNACIO SERRANO	AS. SAN MIGUEL POPETA (1)	AS. SAN MIGUEL POPETA (2)	ASENTAMIENTO POPETA LAS MARIPOSAS	POZO AS. SAN CARLOS CHOLQUI (1)	POZO INDUSTRIA BATA
Enero	3	0	2	2	5	0
Febrero	0	0	0	0	0	6
Marzo	0	1	0	0	0	4
Abril	0	0	0	0	0	5
Mayo	2	6	4	6	1	1
Junio	1	0	0	1	0	1
Julio	7	10	7	7	2	3
Agosto	1	1	0	1	1	2
Septiembre	13	8	14	10	15	0
Octubre	0	0	0	0	0	2
Noviembre	1	2	1	2	5	3
Diciembre	1	0	0	0	2	2

Fuente: Elaboración propia

Una vez estudiada la época crítica es posible determinar el nivel crítico para esa época en cada pozo. Esto se realiza calculando el promedio de los valores críticos obtenidos en la época crítica. En la Tabla 6-4 se muestran estos resultados:

Tabla 6-4: Profundidad crítica promedio (m)

AS. IGNACIO SERRANO	AS. SAN MIGUEL POPETA (1)	AS. SAN MIGUEL POPETA (2)	ASENTAMIENTO POPETA LAS MARIPOSAS	POZO AS. SAN CARLOS CHOLQUI (1)	POZO INDUSTRIA BATA
10,435	10,490	8,590	5,286	4,539	1,018

Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede observar, en situación de crisis existe una disminución del nivel de la napa a medida que se avanza hacia el Proyecto desde el sureste, pasando de niveles de 10 m a 5 m. Estos resultados se visualizan con la ubicación de los pozos presentada en la Figura 6-5. Sin embargo, los pozos AS. San Carlos Cholqui (1) e Industria Bata, se alejan de esta conclusión, pues son los que se encuentran a mayor distancia de la zona del Proyecto.

6.8.2 Recopilación de datos obtenidos en pozos del CPA

A fin de corroborar la información anterior, se solicitó por ley de transparencia información a la DGA respecto a los pozos privados cercanos al área de estudio que se encuentren inscritos en el Catastro de Público de Aguas (CPA). La Figura 6-12 indica la ubicación de estos pozos en relación al Proyecto, mientras que la Tabla 6-5 indica cierta información relevante.

Figura 6-12: Ubicación de pozos privado registrado en DGA



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6-5: Información Pozos del Catastro Público de Aguas

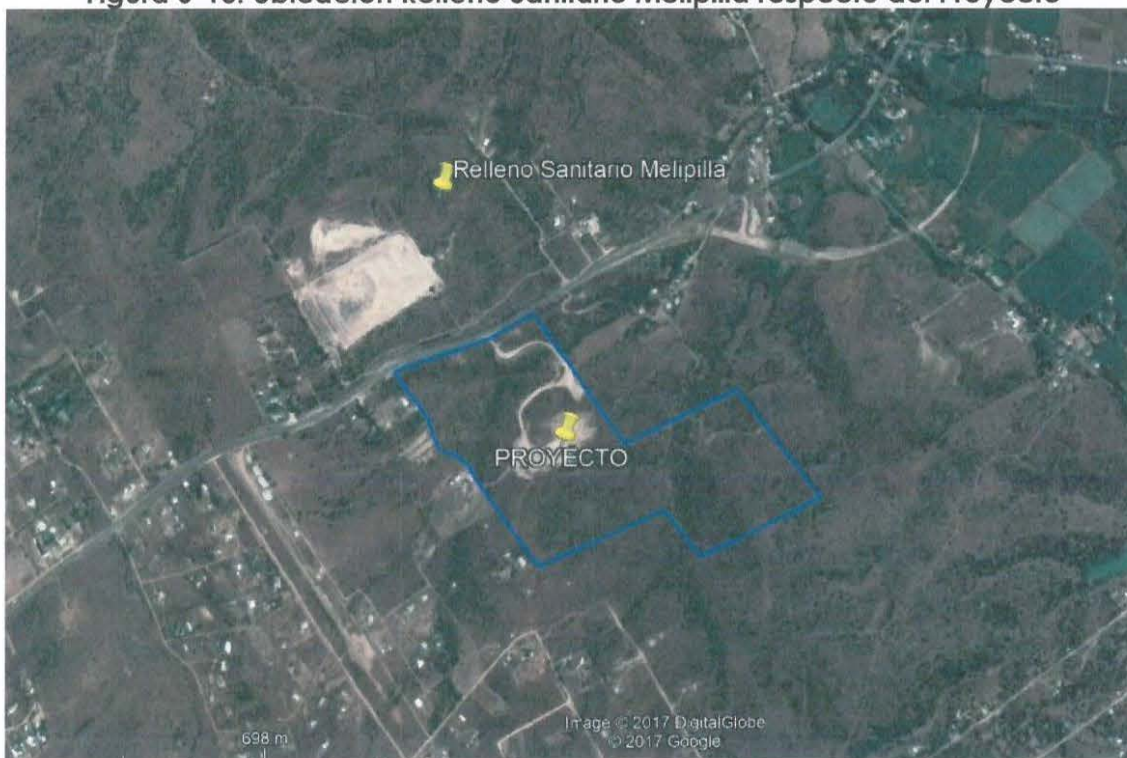
N° EXPEDIENTE	UTM		COTA (M.S.N.M)	DISTANCIA PROYECTO (KM)	NIVEL ESTÁTICO (M)	AÑO MEDICIÓN
	Norte	Este				
ND-1305-524	6.256.990	284.936	121	1,43 -NOROESTE	2,45	2000
ND-1305-636	6.256.100	284.903	129	1,3 - OESTE	25,40	2000
ND-1305-1052	6.257.370	286.814	90	1,6 - NORESTE	6	1998
ND-1305-1713	6.278.977	304.072	241	29,3 - SURESTE	4	1985

Fuente: DGA (2017)

Además, se ha extraído información respecto a otros estudios (EIA o DIA) que corresponden a proyectos ubicados en la zona.

La estratigrafía del sector del Proyecto se puede caracterizar en base a los resultados de estratigrafías y ensayos de laboratorio realizados por TECNOLAB LTDA., quienes realizaron una serie de calicatas y por Quinta empresas, quienes efectuaron 2 sondajes para la obra "Relleno Sanitario Melipilla", ya que como se puede observar en la Figura 6-13, esta obra se desarrolló en una zona muy cercana al Proyecto del presente estudio, a una distancia aproximada de 760 m al noroeste.

Figura 6-13: Ubicación Relleno Sanitario Melipilla respecto del Proyecto

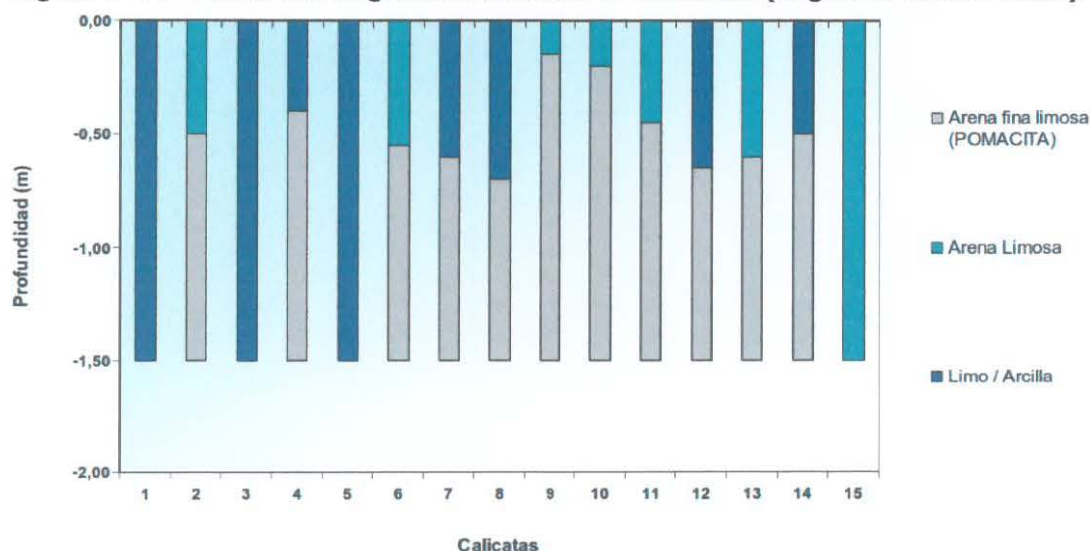


Fuente: Elaboración propia

En las Figura 6-14 y Figura 6-15 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los ensayos. Con las calicatas se puede concluir que los suelos detectados (hasta la profundidad excavada) corresponden principalmente a suelos areno limosos (algunos tipo pomacita), material que fue detectado en la mayoría de las calicatas excavadas. Por otro lado, mediante los sondajes se pudo concluir que los suelos detectados corresponden principalmente a suelos arenosos. En particular, en el sondaje 1 se clasifica como suelo arenoso limpio, por su bajo porcentaje de material fino, a diferencia del sondaje 2 en que se detectó mayor cantidad de

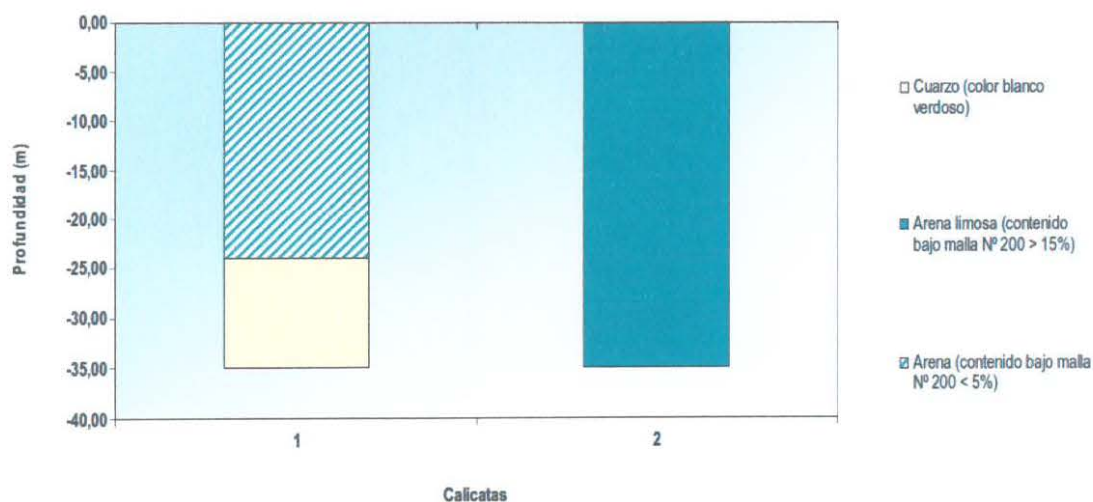
finos. Solo en este último, se detectó la napa freática a una profundidad de 14,74 m.

Figura 6-14: Perfiles estratigráficos resumidos calicatas (según Tecnolab Ltda.)



Fuente: KBA (2007)

Figura 6-15: Perfiles estratigráficos resumidos sondajes (según Quinta Empresas.)



Fuente: KBA (2007)

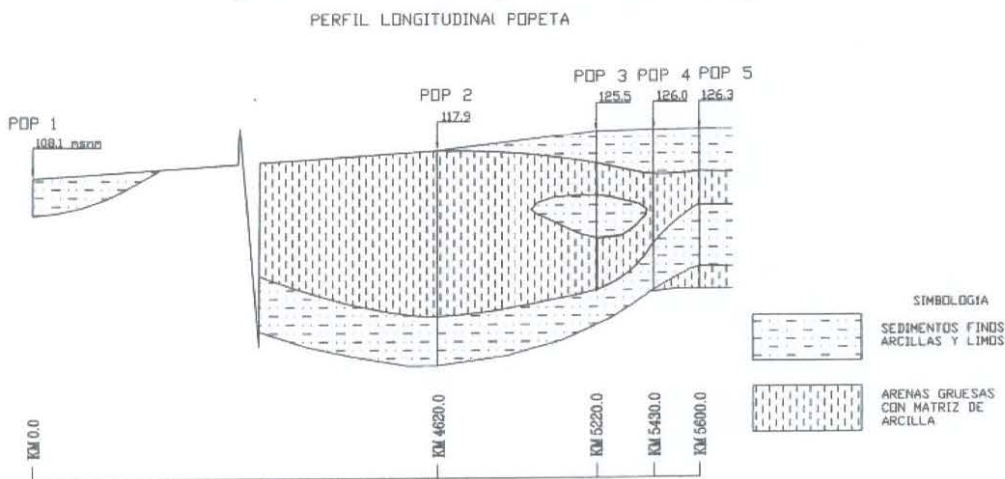
Este análisis es válido solo para las profundidades a que llegaron las prospecciones y para zonas cercanas a ellas. Se debe considerar que los suelos son esencialmente heterogéneos y que no necesariamente serán iguales a los encontrados en las calicatas en puntos razonablemente alejados.

Por otro lado, en el sector del relleno en su etapa 1, se ubica un pozo de observación que ha registrado que el nivel freático se encuentra a aproximadamente 14 m de profundidad. Esta medición se realizó en marzo de 2005, y luego de esta fecha, no se han detectado movimientos del nivel estático relevantes en dicho pozo.

En el Estudio integral de optimización del regadío de la 3era sección del Río Maipo y Valles de Yali y Alhué realizado por la CNR (2001) se establece que en la cuenca del estero Popeta existe un espesor del relleno sedimentario superior a los 130 m. La estratigrafía de los pozos muestra la presencia de acuíferos confinados por estratos arcillosos a partir de aproximadamente los 20 m de profundidad. Del mismo modo, se evidencia que la potencia de estas formaciones es variable, entre un par de metros y unos 10 m como máximo, siendo solamente los primeros 2 acuíferos los que aportan los caudales más importantes en cada pozo. Todo lo anterior explica la naturaleza confinada que tienen las napas en ese sector.

Por otra parte, en el valle mismo del río Maipo, en la zona de la confluencia de los valles de Cholqui y Popeta, se establece la presencia de un acuífero confinado bajo los 10 m de profundidad compuesto de grava, arena y algo de botones. A partir de los 20 m aparece un estrato arenoso con limo, el cual reviste escasa importancia como acuífero. En la Figura 6-16 se muestra el perfil longitudinal del estero Popeta que resume sus características.

Figura 6-16: Perfil longitudinal Estero Popeta



Fuente: CNR (2001)

De acuerdo a los registros históricos que monitorea la DGA, los valles de Cholqui y Popeta, por su régimen hidrológico, la geomorfología del sector y la ubicación de los pozos se produce que los niveles fluctúen entre los 10 y 20 m de profundidad.

6.8.3 Análisis de los resultados

A partir de la búsqueda bibliográfica y del análisis realizado para el "Relleno Sanitario de Melipilla", ya que ésta es una obra ya estudiada que se encuentra muy cerca de la zona del Proyecto, se puede estimar la profundidad a la que se encuentra la napa freática.

En el relleno sanitario se midió que la napa freática se encontraba a 14,74 m de profundidad (medida a través de la realización de un sondaje), estando a una cota de 104 m.s.n.m., entonces, realizando una relación lineal entre las cotas se tendría que en la zona del Proyecto, que está a una altitud aproximada de 122 m.s.n.m., la napa freática se encontraría a unos 32,74 m de profundidad, es decir, a una cota de 89,26 m.s.n.m.

Por otro lado, a partir de los diversos estudios visitados, de la referencia de direcciones de flujo superficiales y de la información de pozos disponible, se puede estimar que las aguas subterráneas de la zona del Proyecto, se dirigen hacia el Río Maipo.

7. PLAN DE MONITOREO

El objetivo del plan de monitoreo es observar de manera sistemática y documentada las aguas subterráneas en la zona del Proyecto, con tal de poder definir si los recursos hídricos están siendo contaminados. Para esto, se realizarán dos pozos de monitoreo, los cuales estarán ubicados aguas arriba y aguas abajo de las instalaciones y pit proyectado.

De acuerdo a lo planteado en este informe, los residuos líquidos generados corresponden a aguas servidas proveniente de los servicios higiénicos. Dado que estas aguas serán tratadas en una fosa séptica, y luego distribuidas por un sistema de drenes para que se infiltren de manera gradual en el terreno, es necesario realizar un monitoreo durante la fase de operación y cierre de la planta.

7.1 Pozos de monitoreo

Tal como se mencionó anteriormente, se instalarán dos pozos de observación, los cuales será ubicados en la localidad de Popeta, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana, específicamente aguas arriba del pit proyectado y aguas abajo del área de las instalaciones. La ubicación de estos pozos se indica en la Figura 7-1. Además, se señalan las coordenadas de ubicación de ambos pozos en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1: Coordenadas ubicación de pozos de monitoreo (Datum WGS84, 19S)

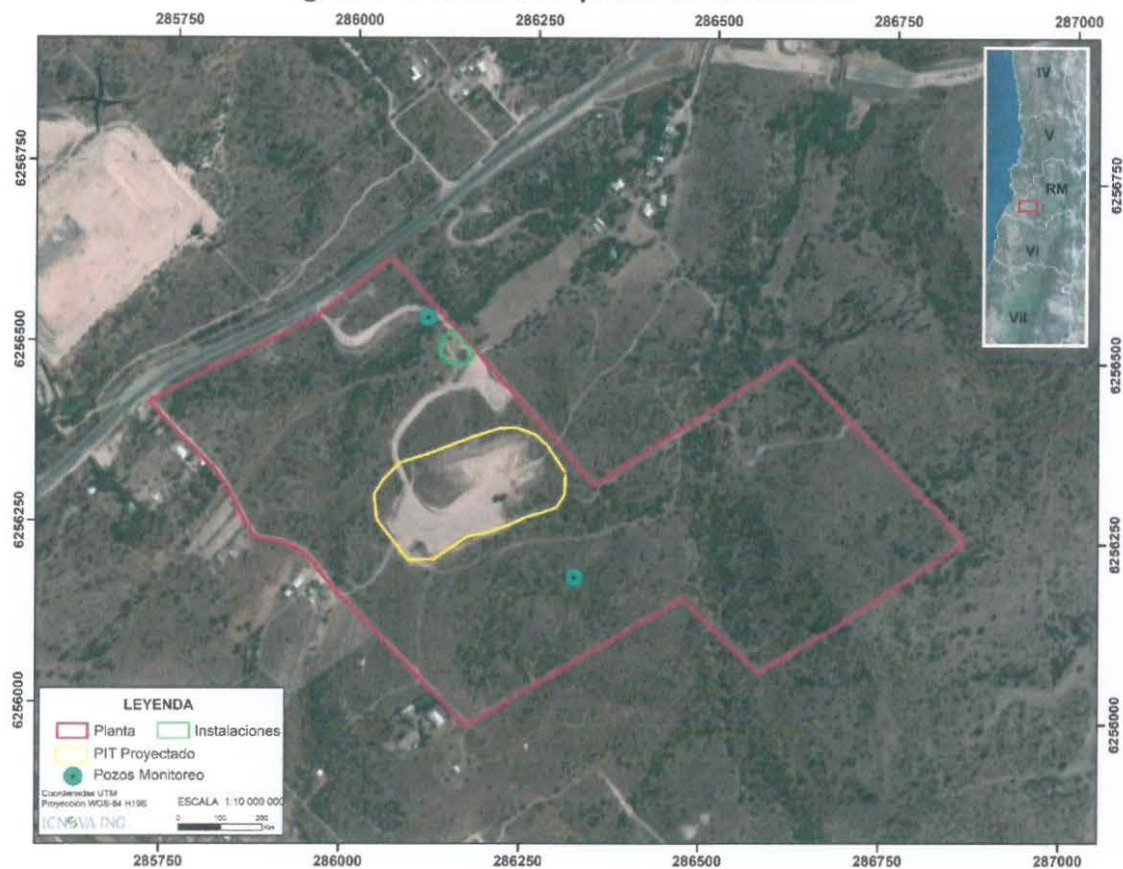
POZO MONITOREO	COORDENADAS	
	Este (m)	Sur (m)
Aguas Arriba	286.319	6.256.188
Aguas Abajo	286.106	6.256.544

Fuente: Elaboración propia

Ambos pozos serán recubiertos con una tubería de PVC ranurada con sello anular de grava limpia y seleccionada. Este ranurado estará ubicado en la formación que contiene el acuífero, mientras que la parte ciega del pozo se ubicará en la zona no saturada, de tal manera que la muestra para determinar la calidad del agua, sea representativa del acuífero.

De acuerdo a los antecedentes presentados, la profundidad de ambos pozos se ha estimado en 30 m, o bien, 4 m a contar de la zona de saturación.

Una vez habilitados los pozos, se hará entrega a la autoridad de los informes de monitoreo, en los cuales se indicará la profundidad del nivel freático medido para cada pozo junto con la ubicación exacta de éstos.

Figura 7-1: Ubicación pozos de monitoreo


Fuente: Elaboración propia

7.2 Parámetros a monitorear

Se propone monitorear al menos, los siguientes parámetros:

Tabla 7-2: Parámetros a monitorear

VARIABLE HÍDRICA	PARÁMETRO A MONITOREAR
NIVEL DE AGUA SUBTERRÁNEA	Se controlará el nivel del acuífero, registrando la profundidad a la que se encuentra el agua, la cota topográfica del pozo y su stick up o sobresaliente.
CALIDAD DEL AGUA	Parámetros de terreno: — pH — SDT (Sólidos Disueltos) — Conductividad — Turbidez Parámetros microbiológicos: — Coliformes fecales y totales

7.3 Umbral de medición permitido

Dado que se ha determinado la vulnerabilidad del acuífero como alta, los residuos líquidos se pueden infiltrar siempre y cuando la emisión sea de igual o mejor calidad que la del contenido natural del acuífero. Por lo mismo, se espera que la calidad del agua observada en el pozo aguas abajo sea igual a la observada en el pozo aguas arriba.

7.4 Duración y frecuencia de muestreo

Durante la fase de operación se propone mantener un plan de monitoreo semestral durante los 4 primeros años, y un monitoreo anual a partir del quinto.

Por último, se realizará una medición adicional, al transcurso de un año luego de cerrada la planta.

Esta frecuencia se propone para todos los parámetros indicados anteriormente.

7.5 Metodología o procedimiento de medición

7.5.1 Nivel de agua subterránea

La profundidad al nivel de agua subterránea se puede medir con una cinta métrica con un aditamento que está diseñado para hacer ruido o alguna otra señal que indique cuando entre en contacto con el agua.

Los instrumentos que pueden utilizarse para medir la profundidad son: (1) Peso y cinta métrica (plopper), y (2) Medidor de nivel de agua métrico. Luego, para obtener el nivel freático se restará la profundidad medida al nivel de terreno de medición.

Cabe destacar que el nivel del agua subterránea debe ser medida y registrada antes de cada evento de muestreo y ser reportada en los informes de monitoreo.

7.5.2 Calidad del agua

Para la medición de los parámetros en terreno (in-situ) se utilizará una sonda multi-paramétrica Hanna, previamente calibrada. Este instrumento permite obtener mediciones de pH, temperatura (°C), sólidos disueltos (mg/L), conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxígeno disuelto (mg/L) y porcentaje de saturación de oxígeno (%) en cada punto de muestreo.

Por su parte, la medición de la turbidez y parámetros microbiológicos (Coliformes fecales y totales), se realizarán considerando las metodologías de análisis basadas en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Ed. 22.

Particularmente, para la toma de muestras, se seguirán los procedimientos de la Norma Chilena NCh. 411/6 Of. 96 ("Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua") y la norma NCh. 411/2 Of. 96 ("Guía sobre técnicas de muestreo") para la técnica de muestreo puntual y la selección del tipo de recipiente utilizado en la muestra.

Además, para la preparación de recipientes, identificación de llenado, preservación y transporte de las muestras, se seguirán las técnicas señaladas en la norma NCh 411/3 Of. 96 ("Guía sobre preservación y manejo de las muestras").

Finalmente, cabe destacar que las muestras serán trasladadas y analizadas por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), la cuenta con Acreditaciones INN LE 214 – LE 2015 – LE 1273, de acuerdo a NCh-ISO 17025 of 2005, otorgadas por el Instituto Nacional de Normalización (INN).

7.6 Entrega de resultados

Los resultados serán entregados de forma semestral y presentados en un informe elaborado en conformidad a las instrucciones generales dictadas por la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), específicamente en la minuta DPCRH N°26/2017.

7.7 Medidas de emergencia en caso de anomalía

En el caso de que se detecte alguna alteración en los parámetros medidos se deberá dar cuenta de éste en el informe de monitoreo.

Además, se deberá determinar el grado de contaminación de la napa, y analizar si ésta contaminación afecta la calidad del recurso, de acuerdo a lo estipulado en la norma NCh 1333-1978.

En caso de afectar la calidad del agua, se deberán tomar las siguientes medidas:

- Identificar la causa de la alteración.
- Paralizar los trabajos si es necesario, o bien clausurar el uso del servicio que esté generando el daño. Por ejemplo, clausurar el uso de servicios higiénicos.
- Dar aviso a los organismos correspondientes (DGA, SMA, entre otros), usuarios de aguas (regantes, habitantes, empresa sanitaria, si corresponde).
- Aplicar medidas correctoras que corresponda.

7.8 Planes de prevención y contingencia en caso de derrame

7.8.1 Plan de prevención

Para este Proyecto, el riesgo de afección de las napas durante la etapa de operación, podría asociarse a posibles fugas del sistema de aguas servidas, o a algún derrame de residuos o insumos peligrosos. Por lo mismo, se consideran las siguientes medidas preventivas:

- Almacenar materias primas peligrosas, y/o los residuos peligrosos si eventualmente llegan a existir, en bodegas debidamente acondicionadas para tales propósitos, la cual debe cumplir las exigencias del D.S. N° 148/2003 del Ministerio de Salud, en particular las siguientes:
 - Base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los materiales almacenados;
 - Cierre perimetral de 180 cm de altura, con acceso sólo a personal autorizado;
 - Espacio cerrado, con techumbre, y receptáculo de para derrames;
 - Señalización interna de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 Of 93.
- Mantener un registro del manejo de los insumos peligrosos, a disposición de la Autoridad Sanitaria, indicando el registro de los insumos peligrosos, y de los procedimientos de manejo.
- Se contempla el almacenamiento de residuos sólidos (restos de comida, envases, papeles, cartones, etc.) en contenedores de tapa hermética al interior del predio, siendo su retiro efectuado por una empresa sanitaria autorizada de forma regular, con una frecuencia de dos a tres veces por semana.
- Durante el cierre, se evaluará la realización de nuevas obras de desvío de aguas lluvias (adicionales a las existentes durante la operación del yacimiento) que permitan reducir el arrastre de material provocado por el escurrimiento superficial.

7.8.2 Plan de contingencia y/o emergencia

En caso de que ocurra accidentalmente un derrame de líquidos que son transportados o están en etapa de almacenamiento, se deben tomar las siguientes medidas:

- Impedir que aumente la cantidad de líquido derramado, cortando el bombeo del mismo.

- Detener el avance de los líquidos derramados, cubriéndolos con un material absorbente, o instalando un muro de contención si el derrame es imposible de ser absorbido.
- Una vez detenido el avance del líquido, este debe ser reunido y transportado a un sitio más seguro.
- Si el material fue contenido cubriéndolo con material absorbente, será este material el conducido a un sitio más seguro.
- Al estar el líquido contenido en un muro, el líquido debe ser absorbido por un material adecuado (tierra, arena, aserrín, otro). Una vez que el líquido ha sido absorbido en su totalidad, será esta mezcla barrosa conducido a un sitio más seguro.
- Al terminar el control del derrame, se debe avisar al encargado de la planta, respecto al evento y su magnitud, junto con las medidas realizadas para su control.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Agraria Ltda. (2015). Diagnóstico Planes Marco de Desarrollo Territorial. Santiago.
- Geofun Ltda. (2001). Estudio integral de optimización del regadío de la 3ª sección del Río Maipo y valles de Yali y Alhué, vol. 1, 2 y 5. Comisión Nacional de Riego, Santiago.
- CADE-IDEPE (2004): Diagnóstico y Clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del Río Maipo.
- Comité Chileno para el Programa Hidrológico Internacional (1986): Mapa Hidrogeológico de Chile.
- Departamento de Administración de Recursos Hídricos (2002): Informe de zonificación hidrogeológica para las Regiones Metropolitana y V.
- Departamento de Administración de Recursos Hídricos (2003). Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Maipo.
- Dirección General de Aguas (1986). Mapa Hidrogeológico de Chile. Escala 1:2.500.000. Texto Explicativo.
- Dirección Meteorológica de Chile (2001). Climatología Regional.
- Dirección Meteorológica de Chile (2008). Guía Climática Práctica Chile.
- IGM. (1983). Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile, Tomo II: Geomorfología.
- Departamento de Administración de Recursos Hídricos (2007). Evaluación de la explotación máxima sustentable del acuífero Puangue-Melipilla. Dirección General de Aguas, Santiago.
- Departamento de Estudios y Planificación (2006). Evaluación de los recursos subterráneos del valle del estero Puangue sectores Puangue alto, medio y bajo, La Higuera, Cholqui, Popeta y Melipilla. Dirección General de Aguas, Santiago.
- Departamento de Estudios y Planificación (2006). Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del valle del estero Puangue: Diagnóstico situación actual. Dirección General de Aguas, Santiago.
- Ilustre Municipalidad de Melipilla (2002). Declaración de Impacto Ambiental. Santiago.
- KBA (2007). Informe Geotécnico Preliminar, Estudio Mecánica de Suelos Para obra "Relleno Sanitario Melipilla". Santiago.
- MOP-DGA. (2004). Manual para la aplicación del concepto de vulnerabilidad de acuíferos establecido en la norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. DS N°46 2002. Santiago.

- SERNAGEOMIN. (2004). Geología para el ordenamiento territorial de la Región Metropolitana de Santiago. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado, IR-04-24.
- SERNAGEOMIN. (2004). Geología para el ordenamiento territorial de la Región Metropolitana de Santiago. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapas escala 1:250.000.
- SERNAGEOMIN. (2002). Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000.
- SGA S. A. (2016). Diagnóstico de calidad de aguas subterráneas en la Región Metropolitana-complementario Diagnóstico Plan Maestro de Recursos Hídricos Región Metropolitana de Santiago.

9. ANEXOS

9.1 Registro pozos DGA

A continuación, se presenta el registro mensual de la napa freática de los pozos presentes en el catastro público de la DGA, ubicados en la zona cercana al Proyecto:

Tabla 9-1: Registro de Pozo AS. Ignacio Serrano

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
09-11-1989	17,90	17-05-1996	9,50	15-09-2003	9,00	13-05-2009	15,40
08-01-1990	18,50	09-09-1996	9,40	20-11-2003	18,00	14-07-2009	12,30
23-04-1990	9,40	28-01-1997	18,50	22-01-2004	17,80	15-09-2009	11,10
07-06-1990	18,40	24-03-1997	17,80	23-03-2004	18,20	11-11-2009	18,30
06-08-1990	9,20	17-07-1997	9,00	14-05-2004	11,70	23-03-2010	20,00
17-12-1990	10,30	25-09-1997	7,90	20-07-2004	6,60	27-05-2010	14,30
10-01-1991	14,80	18-11-1997	16,00	15-09-2004	9,40	08-09-2010	13,75
05-03-1991	12,10	20-01-1998	17,40	18-11-2004	18,00	19-11-2010	18,58
30-04-1991	9,30	19-03-1998	9,30	12-01-2005	19,60	12-01-2011	28,35
30-05-1991	9,30	15-05-1998	9,10	31-03-2005	19,30	07-03-2011	21,10
24-06-1991	4,90	21-07-1998	8,70	20-05-2005	7,30	06-05-2011	17,40
13-08-1991	8,80	16-09-1998	9,90	25-07-2005	9,50	22-07-2011	18,40
16-10-1991	8,80	18-11-1998	18,30	22-09-2005	9,20	20-09-2011	15,90
06-12-1991	16,80	06-01-1999	17,80	25-11-2005	14,20	22-11-2011	19,65
10-01-1992	16,40	22-03-1999	17,70	24-01-2006	24,00	20-01-2012	31,50
12-03-1992	17,50	25-05-1999	17,30	28-03-2006	22,00	16-05-2012	20,90
15-05-1992	9,00	21-07-1999	9,80	25-05-2006	13,20	07-09-2012	15,90
21-07-1992	8,20	22-09-1999	9,10	20-07-2006	9,50	15-11-2012	15,90
09-09-1992	8,50	30-11-1999	18,40	13-09-2006	9,70	29-01-2013	15,90
04-11-1992	18,50	17-03-2000	18,90	24-11-2006	16,00	27-03-2013	15,90
10-03-1993	17,70	18-05-2000	18,30	09-01-2007	20,50	09-07-2013	15,90
07-05-1993	11,80	19-07-2000	9,20	30-03-2007	21,30	12-09-2013	15,90
14-09-1993	8,70	14-09-2000	7,80	25-05-2007	14,60	12-11-2013	15,90
11-11-1993	9,80	21-11-2000	17,10	27-07-2007	10,50	16-01-2014	15,90
11-01-1994	16,00	24-07-2001	8,80	26-09-2007	10,10	18-03-2014	29,00
07-03-1994	17,70	13-09-2001	8,50	29-11-2007	18,20	02-05-2014	15,90
04-05-1994	16,50	25-01-2002	17,70	18-01-2008	28,70	18-07-2014	16,92
07-07-1994	8,50	21-03-2002	11,40	13-03-2008	22,00	24-09-2014	18,20
22-09-1994	18,50	17-05-2002	10,50	16-04-2008	16,70	16-01-2015	15,90
23-11-1994	17,70	16-07-2002	8,70	08-05-2008	15,70	12-03-2015	15,90

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
25-01-1995	18,10	14-09-2002	8,10	06-06-2008	13,70	13-05-2015	15,70
29-05-1995	9,30	15-11-2002	17,50	04-07-2008	11,80	27-07-2015	15,90
31-07-1995	9,10	15-01-2003	18,40	22-09-2008	9,40	16-09-2015	15,90
27-09-1995	9,90	14-03-2003	17,70	20-11-2008	18,40	22-01-2016	15,90
19-01-1996	18,10	26-05-2003	9,50	30-01-2009	20,40	30-03-2016	15,90
21-03-1996	16,60	17-07-2003	8,00	13-03-2009	28,90	27-07-2016	16,98

Fuente: DGA (2017)

Tabla 9-2: Registro de Pozo AS. San Miguel Popeta (1)

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
09-11-1989	13,20	16-09-1998	19,70	13-09-2006	8,80	11-07-2012	11,97
08-01-1990	11,70	18-11-1998	22,10	09-01-2007	18,80	07-09-2012	10,62
23-04-1990	12,50	06-01-1999	24,70	30-03-2007	18,60	15-11-2012	17,89
05-06-1990	9,30	22-03-1999	21,10	25-05-2007	12,70	29-01-2013	35,22
06-08-1990	8,20	25-05-1999	11,20	27-07-2007	10,40	27-03-2013	17,78
17-12-1990	8,80	21-07-1999	9,70	26-09-2007	9,80	09-07-2013	11,84
09-09-1992	6,40	22-09-1999	9,00	29-11-2007	28,50	12-09-2013	36,09
04-11-1992	21,10	17-03-2000	13,00	18-01-2008	31,20	12-11-2013	16,02
08-01-1993	7,40	19-07-2000	7,40	22-02-2008	29,60	16-01-2014	27,76
07-05-1993	6,80	21-11-2000	11,00	13-03-2008	19,40	18-03-2014	20,60
14-09-1993	8,00	14-05-2001	15,60	16-04-2008	16,80	02-05-2014	19,29
11-11-1993	9,20	25-01-2002	12,30	08-05-2008	15,70	18-07-2014	13,66
11-01-1994	9,50	21-03-2002	9,80	22-09-2008	9,60	24-09-2014	23,35
07-03-1994	8,50	17-05-2002	10,00	13-03-2009	17,90	25-11-2014	30,78
04-05-1994	8,50	16-07-2002	8,40	14-07-2009	12,50	16-01-2015	30,41
07-07-1994	7,50	15-11-2002	21,90	15-09-2009	10,70	12-03-2015	22,70
22-09-1994	9,50	15-01-2003	14,50	23-03-2010	16,83	13-05-2015	34,90
23-11-1994	9,90	14-03-2003	11,50	27-05-2010	11,49	27-07-2015	16,92
25-01-1995	10,40	26-05-2003	7,80	09-07-2010	9,53	16-09-2015	25,90
29-05-1995	7,50	15-09-2003	8,50	08-09-2010	9,72	22-01-2016	29,80
09-09-1996	8,70	20-11-2003	24,10	19-11-2010	20,49	30-03-2016	21,14
26-11-1996	20,60	22-01-2004	27,10	12-01-2011	20,49	13-05-2016	16,60
28-01-1997	22,10	23-03-2004	14,30	07-03-2011	18,87	27-07-2016	17,18
24-03-1997	21,10	14-05-2004	11,60	06-05-2011	14,86	14-11-2016	25,30
18-11-1997	20,80	20-07-2004	10,10	27-07-2011	11,15	08-02-2017	32,06
20-01-1998	19,10	18-11-2004	13,10	20-09-2011	13,32	15-05-2017	20,36
19-03-1998	10,50	31-03-2005	13,60	22-11-2011	35,37		
15-05-1998	8,70	25-11-2005	15,00	20-01-2012	27,00		

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
21-07-1998	8,40	24-01-2006	29,70	13-03-2012	21,32		

Fuente: DGA (2017)

Tabla 9-3: Registro de Pozo AS. San Miguel Popeta (2)

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
09-11-1989	8,10	17-07-1997	6,70	18-11-2004	11,30	19-11-2010	25,33
08-01-1990	4,80	25-09-1997	6,00	12-01-2005	20,20	12-01-2011	22,41
23-04-1990	6,00	18-11-1997	7,30	20-05-2005	10,60	07-03-2011	19,18
05-06-1990	5,60	20-01-1998	9,50	25-07-2005	8,40	06-05-2011	16,31
06-08-1990	6,00	19-03-1998	8,30	22-09-2005	7,40	27-07-2011	13,60
17-12-1990	12,50	15-05-1998	8,30	25-11-2005	13,90	20-09-2011	10,77
15-03-1991	14,30	21-07-1998	7,50	24-01-2006	25,50	22-11-2011	19,23
30-04-1991	7,70	16-09-1998	10,60	28-03-2006	14,70	20-01-2012	31,50
30-05-1991	7,70	18-11-1998	13,00	25-05-2006	10,60	13-03-2012	19,90
24-06-1991	8,90	06-01-1999	11,40	20-07-2006	8,10	16-05-2012	27,12
13-08-1991	10,80	22-03-1999	9,50	13-09-2006	7,30	11-07-2012	24,32
16-10-1991	7,80	25-05-1999	11,20	24-11-2006	25,70	07-09-2012	12,70
06-12-1991	7,30	21-07-1999	8,00	09-01-2007	25,10	15-11-2012	16,15
10-01-1992	7,80	22-09-1999	7,50	30-03-2007	13,50	29-01-2013	29,96
12-03-1992	9,30	06-01-2000	15,40	25-05-2007	10,70	27-03-2013	19,76
15-05-1992	5,70	17-03-2000	11,40	27-07-2007	8,40	09-07-2013	14,66
21-07-1992	5,10	18-05-2000	9,70	26-09-2007	9,40	12-09-2013	35,22
09-09-1992	5,90	21-11-2000	11,70	29-11-2007	42,00	12-11-2013	17,29
04-11-1992	8,80	14-05-2001	9,60	18-01-2008	41,10	16-01-2014	31,68
10-03-1993	10,70	24-07-2001	7,00	22-02-2008	20,00	18-03-2014	22,10
07-05-1993	7,20	13-09-2001	6,70	13-03-2008	17,40	02-05-2014	19,64
30-09-1993	6,70	25-01-2002	13,00	16-04-2008	15,60	18-07-2014	16,81
11-11-1993	6,80	21-03-2002	11,10	08-05-2008	13,90	24-09-2014	13,47
11-01-1994	6,70	17-05-2002	8,20	06-06-2008	14,40	25-11-2014	30,42
07-03-1994	9,70	16-07-2002	7,20	04-07-2008	9,90	16-01-2015	32,02
04-05-1994	7,70	14-09-2002	6,60	22-09-2008	7,70	12-03-2015	23,22
07-07-1994	10,20	15-11-2002	9,80	20-11-2008	41,20	13-05-2015	19,10
22-09-1994	11,10	15-01-2003	16,20	30-01-2009	41,30	27-07-2015	26,30
23-11-1994	12,70	14-03-2003	10,60	13-03-2009	17,50	16-09-2015	34,76
25-01-1995	13,70	26-05-2003	7,70	13-05-2009	14,00	22-01-2016	31,30
29-05-1995	7,70	17-07-2003	7,00	14-07-2009	10,10	30-03-2016	22,63
31-07-1995	10,50	15-09-2003	7,70	15-09-2009	8,40	13-05-2016	20,00
27-09-1995	16,20	20-11-2003	25,50	11-11-2009	13,86	27-07-2016	13,64
19-01-1996	19,40	23-03-2004	13,70	23-03-2010	16,40	14-11-2016	18,02

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
09-09-1996	7,90	14-05-2004	10,30	27-05-2010	13,55	08-02-2017	26,84
28-01-1997	12,20	20-07-2004	8,50	09-07-2010	11,80	15-05-2017	18,00
24-03-1997	12,00	15-09-2004	8,70	08-09-2010	11,12		

Fuente: DGA (2017)

Tabla 9-4: Registro de Pozo Asentamiento Popeta Las Mariposas

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
09-11-1989	6,75	26-11-1996	21,25	15-09-2004	21,15	09-07-2010	6,69
08-01-1990	7,85	28-01-1997	13,25	18-11-2004	20,75	08-09-2010	18,65
23-04-1990	9,15	24-03-1997	10,25	12-01-2005	21,55	19-11-2010	22,12
05-06-1990	5,75	17-07-1997	5,05	31-03-2005	20,85	12-01-2011	26,09
06-08-1990	5,75	25-09-1997	4,25	20-05-2005	7,75	07-03-2011	21,90
17-12-1990	21,15	18-11-1997	5,25	25-07-2005	5,85	06-05-2011	20,70
10-01-1991	21,25	20-01-1998	21,25	22-09-2005	5,65	22-07-2011	7,65
05-03-1991	21,05	19-03-1998	7,65	25-11-2005	9,45	22-11-2011	24,30
30-04-1991	5,95	15-05-1998	6,35	24-01-2006	21,45	20-01-2012	14,42
24-06-1991	5,45	21-07-1998	21,05	28-03-2006	22,65	13-03-2012	10,25
13-08-1991	5,15	16-09-1998	21,05	25-05-2006	17,70	16-05-2012	12,45
16-10-1991	5,55	18-11-1998	20,95	20-07-2006	5,85	04-09-2012	7,68
06-12-1991	21,35	06-01-1999	21,05	13-09-2006	5,45	15-11-2012	13,60
10-01-1992	21,15	22-03-1999	7,25	24-11-2006	21,20	29-01-2013	3,85
12-03-1992	21,15	25-05-1999	7,25	09-01-2007	22,75	27-03-2013	3,30
15-05-1992	7,55	21-07-1999	6,05	30-03-2007	10,70	09-07-2013	8,07
21-07-1992	6,65	22-09-1999	5,45	25-05-2007	20,90	12-09-2013	3,16
09-09-1992	4,35	30-11-1999	11,30	27-07-2007	6,60	12-11-2013	3,11
04-11-1992	8,15	18-05-2000	11,40	26-09-2007	20,90	16-01-2014	3,10
10-03-1993	21,05	14-05-2001	4,41	29-11-2007	26,90	18-03-2014	3,00
07-05-1993	6,75	24-07-2001	5,15	18-01-2008	24,90	02-05-2014	10,31
14-09-1993	5,85	25-01-2002	20,65	04-02-2008	7,70	18-07-2014	9,52
11-11-1993	6,05	21-03-2002	20,85	13-03-2008	22,80	20-08-2014	6,14
11-01-1994	21,25	17-05-2002	6,45	16-04-2008	9,90	24-09-2014	2,98
07-03-1994	20,95	16-07-2002	5,15	08-05-2008	20,70	25-11-2014	7,91
04-05-1994	11,75	14-09-2002	5,75	06-06-2008	8,30	16-01-2015	3,14
07-07-1994	5,25	15-11-2002	21,75	04-07-2008	8,00	12-03-2015	18,90
22-09-1994	6,15	15-01-2003	20,95	22-09-2008	5,40	13-05-2015	18,70
23-11-1994	21,35	14-03-2003	9,45	20-11-2008	16,70	27-07-2015	10,60
25-01-1995	21,05	26-05-2003	5,75	30-01-2009	18,50	16-09-2015	11,44
29-05-1995	7,05	17-07-2003	5,05	13-03-2009	15,40	22-01-2016	3,09

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
31-07-1995	8,25	15-09-2003	20,85	13-05-2009	9,40	30-03-2016	22,40
26-09-1995	9,75	20-11-2003	21,15	14-07-2009	7,00	13-05-2016	13,25
19-01-1996	21,35	22-01-2004	20,85	15-09-2009	5,80	27-07-2016	9,08
21-03-1996	21,45	23-03-2004	10,45	11-11-2009	21,10	14-11-2016	22,35
17-05-1996	6,25	14-05-2004	20,65	23-03-2010	13,82	08-02-2017	31,05
09-09-1996	6,35	20-07-2004	6,65	27-05-2010	11,54	15-05-2017	14,04

Fuente: DGA (2017)

Tabla 9-5: Registro de Pozo AS. San Carlos Cholqui (1)

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
09-11-1989	9,40	26-11-1996	9,10	22-01-2004	6,10	23-03-2010	5,32
08-01-1990	6,10	28-01-1997	9,90	23-03-2004	5,80	27-05-2010	4,90
29-04-1990	6,20	24-03-1997	10,50	14-05-2004	5,20	09-07-2010	4,80
07-06-1990	9,60	17-07-1997	4,80	20-07-2004	4,80	08-09-2010	4,19
13-08-1990	8,50	25-09-1997	4,40	15-09-2004	3,80	19-11-2010	4,65
17-12-1990	8,50	18-11-1997	4,80	18-11-2004	4,10	12-01-2011	6,04
10-01-1991	8,40	20-01-1998	5,80	12-01-2005	5,20	07-03-2011	6,42
30-04-1991	8,80	19-03-1998	6,60	25-07-2005	3,60	06-05-2011	5,62
24-06-1991	6,80	15-05-1998	6,80	22-09-2005	3,00	22-07-2011	5,63
13-08-1991	4,80	21-07-1998	7,40	25-11-2005	3,50	20-09-2011	5,16
16-10-1991	5,00	16-09-1998	8,10	24-01-2006	4,20	22-11-2011	6,05
06-12-1991	5,10	18-11-1998	8,80	28-03-2006	4,40	20-01-2012	6,40
10-01-1992	12,30	06-01-1999	8,80	25-05-2006	4,70	13-03-2012	7,60
12-03-1992	12,70	22-03-1999	10,00	20-07-2006	3,00	27-03-2013	6,37
15-05-1992	11,60	25-05-1999	9,60	13-09-2006	2,50	09-07-2013	4,58
21-07-1992	4,80	21-07-1999	9,60	24-11-2006	3,30	12-09-2013	4,98
09-09-1992	4,30	22-09-1999	8,70	09-01-2007	3,80	12-11-2013	5,41
04-11-1992	4,80	06-01-2000	5,41	30-03-2007	4,10	16-01-2014	6,02
08-01-1993	5,10	17-03-2000	8,20	25-05-2007	4,20	18-03-2014	6,00
10-03-1993	5,60	18-05-2000	5,51	27-07-2007	4,50	02-05-2014	6,13
07-05-1993	6,90	27-09-2000	2,31	26-09-2007	8,40	10-07-2014	5,85
30-09-1993	4,50	24-11-2000	1,81	29-11-2007	5,20	24-09-2014	5,80
11-11-1993	5,50	14-05-2001	7,30	18-01-2008	6,00	25-11-2014	6,18
11-01-1994	6,80	24-07-2001	3,31	22-02-2008	6,10	16-01-2015	6,98
07-03-1994	7,00	13-09-2001	2,41	13-03-2008	6,00	12-03-2015	7,37
04-05-1994	7,50	25-01-2002	7,20	16-04-2008	5,10	13-05-2015	6,55
07-07-1994	6,70	21-03-2002	8,00	08-05-2008	5,70	27-07-2015	6,19
22-09-1994	8,50	17-05-2002	8,00	06-06-2008	3,50	28-09-2015	5,43

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
23-11-1994	5,80	16-07-2002	4,90	04-07-2008	3,90	20-11-2015	5,49
25-01-1995	6,80	14-09-2002	4,50	22-09-2008	3,00	22-01-2016	6,15
29-05-1995	7,40	15-11-2002	5,70	20-11-2008	2,80	30-03-2016	6,47
31-07-1995	6,50	15-01-2003	6,90	30-01-2009	4,10	13-05-2016	5,45
26-09-1995	5,60	14-03-2003	7,80	13-03-2009	4,40	25-07-2016	5,00
19-01-1996	6,50	26-05-2003	7,60	13-05-2009	4,00	14-11-2016	5,40
21-03-1996	7,30	17-07-2003	5,20	14-07-2009	4,00	08-02-2017	7,75
17-05-1996	7,60	15-09-2003	3,80	15-09-2009	3,50	15-05-2017	7,10
09-09-1996	8,40	20-11-2003	4,30	11-11-2009	3,20		

Fuente: DGA (2017)

Tabla 9-6: Registro de Pozo Industria Bata

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
03-11-1989	1,90	27-04-1998	1,00	16-06-2006	1,90	26-06-2013	2,35
09-01-1990	1,90	24-06-1998	2,40	25-08-2006	1,40	28-08-2013	2,75
03-04-1990	2,20	28-08-1998	12,40	24-10-2006	1,80	03-10-2013	2,82
06-06-1990	12,00	23-10-1998	12,40	12-12-2006	11,20	20-12-2013	2,93
06-08-1990	12,80	22-12-1998	12,60	21-02-2007	9,90	16-01-2014	2,82
05-12-1990	1,10	01-02-1999	1,30	19-04-2007	1,80	19-02-2014	2,72
15-03-1991	1,30	28-04-1999	1,70	26-06-2007	13,00	23-04-2014	2,83
30-04-1991	3,10	25-06-1999	2,10	24-08-2007	2,10	02-05-2014	2,83
10-06-1991	12,20	20-08-1999	2,00	29-11-2007	2,60	25-06-2014	2,04
05-08-1991	11,50	18-10-1999	1,90	18-01-2008	1,00	28-08-2014	2,56
07-10-1991	12,20	16-12-1999	1,90	22-02-2008	0,64	24-09-2014	2,44
02-12-1991	1,50	21-02-2000	1,80	13-03-2008	0,60	20-10-2014	2,15
09-01-1992	2,30	18-04-2000	2,00	16-04-2008	0,90	25-11-2014	2,07
09-03-1992	13,30	03-06-2000	1,60	08-05-2008	1,00	18-12-2014	2,36
15-05-1992	2,10	18-08-2000	1,30	06-06-2008	0,70	16-01-2015	2,32
21-07-1992	1,50	06-10-2000	1,70	04-07-2008	1,30	05-02-2015	2,03
09-09-1992	2,50	18-12-2000	12,50	22-09-2008	0,90	12-03-2015	1,96
04-11-1992	1,50	22-02-2001	0,90	20-11-2008	1,20	27-04-2015	2,22
12-01-1993	12,50	18-04-2001	1,60	13-02-2009	0,70	13-05-2015	2,18
10-03-1993	2,40	14-06-2001	12,80	14-12-2009	1,90	25-06-2015	2,50
07-05-1993	1,50	20-08-2001	7,60	24-02-2010	1,42	27-07-2015	2,56
14-09-1993	12,20	27-02-2002	0,80	23-03-2010	1,28	13-08-2015	1,92
11-11-1993	12,10	10-04-2002	1,20	19-05-2010	2,40	28-09-2015	2,47
11-01-1994	12,40	21-08-2002	1,30	22-06-2010	2,46	21-10-2015	2,17
07-03-1994	12,50	10-10-2002	1,40	25-08-2010	2,67	20-11-2015	1,85

FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)	FECHA	NIVEL (M)
04-05-1994	4,40	05-12-2002	1,20	07-10-2010	1,19	11-12-2015	2,37
07-07-1994	3,40	16-04-2003	1,40	14-12-2010	2,43	22-01-2016	2,42
22-09-1994	2,10	09-06-2003	1,50	22-02-2011	14,07	30-03-2016	2,10
23-11-1994	1,50	21-08-2003	2,00	20-04-2011	2,05	22-04-2016	2,53
25-01-1995	2,00	15-10-2003	2,40	22-06-2011	1,55	13-05-2016	1,92
29-05-1995	2,40	19-02-2004	4,30	24-08-2011	1,45	28-06-2016	2,18
31-07-1995	1,10	22-04-2004	3,40	18-10-2011	2,15	25-07-2016	1,80
20-09-1995	1,15	16-06-2004	2,40	16-12-2011	2,20	09-08-2016	2,20
21-03-1996	0,80	02-09-2004	2,30	14-02-2012	1,16	21-10-2016	2,19
17-05-1996	1,90	25-10-2004	1,70	13-03-2012	2,20	07-11-2016	1,84
13-09-1996	3,20	14-12-2004	1,50	17-04-2012	2,30	23-01-2017	1,13
17-10-1996	1,90	15-02-2005	1,60	21-06-2012	2,10	08-02-2017	0,67
20-02-1997	12,30	21-04-2005	1,50	17-08-2012	2,56	21-03-2017	0,63
08-07-1997	1,00	24-06-2005	2,00	19-10-2012	2,11	17-04-2017	2,10
29-08-1997	0,90	19-08-2005	2,40	19-12-2012	2,22	15-05-2017	1,67
31-10-1997	0,50	09-02-2006	1,90	28-02-2013	1,25	13-06-2017	1,82
30-12-1997	0,90	19-04-2006	1,40	22-04-2013	2,17		

Fuente: DGA (2017)



MEMO : N° 94/

ANT. : Memorandum DGA RM N°96

MAT. : Envía informe corregido Plan de Monitoreo de Aguas subterráneas - Yacimiento de Puzolana Popeta, Comuna de Melipilla, Región Metropolitana.



Santiago, 8 de mayo 2018.

**DE: JEFE (S) DEPTO. CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS REGIÓN METROPOLITANA**

**A: CARMEN HERRERA INDO – DIRECTORA REGIONAL
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS - MOP**

En relación con vuestra solicitud realizada mediante Memorandum N°96, cumpla con informar que este Departamento efectuó la revisión del Plan de Monitoreo de Aguas Subterráneas del proyecto Yacimiento de Puzolana Popeta, ingresado el 16 de abril de 2018 en Oficina de Partes de la Dirección General de Aguas de la Región Metropolitana, el cual atiende los requerimientos del Memo N°56 del Departamento de Conservación y Protección del Recurso Hídrico.

Sin otro particular,

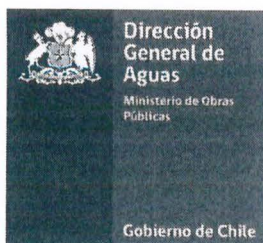
Saluda atentamente a Ud.,

DIEGO SAN MIGUEL
INGENIERO JEFE SUBROGANTE DEL
DEPTO. DE CONSERVACIÓN Y P.R.H.

DSM/SVE/BVM
DISTRIBUCIÓN:

- Destinatario
- Archivo DCPRH

Proceso N° 11957974/



ORD. DGA RMS N°

826 /

ANT.: Memo N° 94 del Depto. de Conservación y Protección del Recurso Hídrico – DGA.

Memo DGA RMS N° 96 de fecha 17/04/2018.

Carta ING-052-17 ingresada a DGA RMS con fecha 16/04/2018, por Ingeniería y Proyectos ICNOVA SpA, que da respuesta a Observaciones al “Plan de Monitoreo de Aguas Subterráneas. Yacimiento de Puzolana Popeta”.

MAT.: Responde ante solicitud asociada al “Plan de Monitoreo de Aguas Subterráneas. Yacimiento de Puzolana Popeta”.

INCL: Memo N° 94 del Depto. de Conservación y Protección de Recursos Hídricos - DGA.

SANTIAGO,

17 MAY 2018

**DE : DIRECTORA REGIONAL DE AGUAS
REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO**

**A : SRA. JOSEFINA HERRERA RONDA
INGENIERÍA Y PROYECTOS ICNOVA SpA**

En atención a lo expuesto en el ANT, y revisado el “Plan de Monitoreo de Aguas Subterráneas. Yacimiento de Puzolana Popeta”, en su versión corregida, este Servicio manifiesta su conformidad con el contenido del Informe, en el cual se han atendido los requerimientos del Memo N° 56 del Departamento de Conservación y Protección del Recurso Hídrico.

Por tanto, el Considerando 5.5.1 de la RCA N° 349/11, deberá ser cumplido atendiendo las condiciones establecidas en el proceso de revisión.

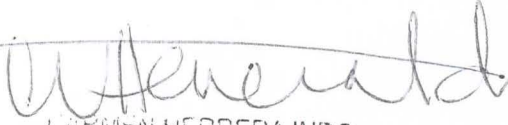
Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

CHI/DAG/

DISTRIBUCIÓN:

- Sra. Josefina Herrera Ronda. Dirección: Guardia Vieja 490, Of. C, Providencia.
- Sr. Diego San Miguel C. Jefe (S) Depto. de Conservación y Protección de Recursos Hídricos – DGA
- Sra. María Isabel Mallea. Jefa Oficina Región Metropolitana – Superintendencia del Medio Ambiente – Teatinos 280, Piso 8, Santiago.
- **Unidad de Medio Ambiente DGA RMS**
- Oficina de Partes DGA RMS
- Archivo

Nº Proceso DGA-RMS 11991139 /


CARMEN HERRERA INDO
DIRECTORA REGIONAL
DIRECCION REGIONAL DE AGUAS
M.O.P. REGION METROPOLITANA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

1. Generalidades

El **doble tratamiento superficial (DTS)** es un sistema de pavimentación que consiste en la aplicación sucesiva de dos capas de ligante bituminoso (emulsión o asfalto) y dos capas de áridos pétreos de granulometría controlada, donde la segunda capa usa áridos de menor tamaño que la primera para sellar la superficie. Es una solución impermeable y antideslizante para la conservación vial.

La ejecución de esta obra se contempla bajo los términos de obra vendida, por lo que las instalaciones una vez construidas serán de propiedad de Unacem Chile S.A. Todo el material excedente de las excavaciones o movimiento de tierra será dispuesto en el área destinada para ello, indicada por Unacem, el contratista deberá considerar su carguío y traslado.

Durante la ejecución de todas las actividades involucradas en la Etapa de Construcción queda estrictamente prohibido, realizar todo tipo de reparaciones y mantenciones mecánicas a los equipos, dentro del área involucrada como Instalación de Faena y/o Ejecución de la Obra, salvo que se trate de una real emergencia, para lo cual se deberá tener presente lo siguiente:

- Impedir los derrames de aceites y grasas.
- Retirar y disponer todos los residuos sólidos, generados por dicha emergencia.

El contratista dispondrá de la totalidad del área para desarrollar una correcta ejecución de la obra.

Teniendo presente que deberá tomar las provisiones necesarias para el manejo adecuado del tránsito de vehículos y equipos por el sector, siendo su responsabilidad:

El uso de la señalética adecuada para este tipo de obra

Se Establece como velocidad máxima dentro del área 25 Km/hrs.

Las indicaciones y exigencias aquí detalladas se complementan con los planos y con toda la normativa chilena respecto de materiales, técnicas de construcción, ensayos y medidas de seguridad de la obra a desarrollar.

La empresa contratista deberá proveer de alimento a sus trabajadores y para ello Unacem proporcionará un comedor habilitado para ello, por lo que no se permitirá la ingesta de alimentos en otro lugar que no sea el indicado anteriormente.

Respecto al Aseo y Retiro de Excedentes:

- La obra deberá mantenerse ordenada y limpia durante su ejecución y al término de ésta deberá ser entregada de la misma forma.
- Todo cambio a las obras involucradas que ameriten una regularización para obtener la recepción y/o aprobación si fuere necesario por parte de la autoridad, será de cargo del mandante.
- Toda consulta, confusión o situación que amerite aclaraciones, serán dirigidas por escrito a la ITO. de la obra, quien será la encargada de responderlos. El instrumento a utilizar para tal efecto será el libro de obras.
- Todo el hormigón a utilizar en la obra será proporcionado por el mandante, previa coordinación con la ITO y Oferente.
- Se mantendrán en la Obra los siguientes documentos: Planos de Construcción, Especificaciones Técnicas, Presupuesto y Libro de Obras.

2. Objetivo

Este será aplicado para mitigar y evitar la generación de emisiones de material particulado por la resuspensión del polvo ocasionado por el tránsito de camiones al interior de la Cantera

La Pavimentación será realizada en 3 tramos de caminos, los que forman parte del ingreso y salida de camiones desde la Cantera, cuyo detalle es el siguiente:

1. Tramo 1 1.800 m², cubrirá el camino de acceso desde el portón de acceso hasta la Romana de Pesaje
2. Tramo 2 2.000 m², cubrirá el camino de acceso desde la Romana de Pesaje hasta el rajo de la Cantera
3. Tramo 3 1.200 m², cubrirá el camino de Salida desde el Rajo de la Cantera hasta la Romana de Pesaje



3. Especificaciones Técnicas

- **Materiales Bituminosos:** Se utilizan emulsiones asfálticas de rotura rápida (CRR o RS-1/RS-2) o asfalto diluido (MC-800, RC-250).
- **Áridos:** Deben ser pétreos, limpios, duros y con buena adhesión al ligante. La primera capa usa áridos más gruesos y la segunda más finos para encajar y dar textura.
- **Dosificación Típica:**
 - o **Emulsión:** Aprox. 0.80 a 1.80 litros/m² por capa
 - o **Áridos:** Aprox. 8 a 12 litros/ m² de material pétreo total.

- **Proceso Constructivo:**
 - **Preparación:** Limpieza profunda de la superficie base.
 - **Riego 1:** Aplicación de emulsión/asfalto.
 - **Árido 1:** Extensión de grava gruesa y compactación con rodillo de neumáticos.
 - **Riego 2:** Segunda aplicación de ligante.
 - **Árido 2:** Extensión de gravilla más fina y compactación final.
- **Equipos:** Camión distribuidor de asfalto sincronizado y rodillos autopropulsados de neumáticos.
- **Control de Calidad:** Evitar el sangrado (exceso de asfalto) o desprendimiento (falta de asfalto/exceso de árido). Se deben realizar ensayos de textura y asegurar que el tráfico no circule a alta velocidad en las primeras 24 horas.
- **Tener presente:** Este tratamiento se aplica en vías de tránsito bajo a moderado, estabilización de bases, y para restaurar superficies resacas o deterioradas.

UBICACIÓN TRAMOS A PAVIMENTAR



Leyenda

- Limite Prop Agrícola
- P Aguas
- PISTA DE ACELERACIÓN Y DESACELERACIÓN
- ↓ TRAMO
- Tramo 1 - 1.800 M2
- TRAMO 1 - 2.000 M2
- TRAMO 3 - 1.200 M2



SEÑOR

Rene Elgueta Pérez

Presente

Junto con saludar, acusamos recibo de su Consulta registrada bajo el código **AM001W0190945**, ingresado(a) a través de Nuestra plataforma, con fecha **miércoles, 6 de agosto de 2025**, en que indica lo siguiente:

Solicito vuestra ayuda y gestión, para saber como proceder para dar cumplimiento con lo establecido en el Considerando 5.8.1 de nuestra RCA N°349/2011, y obtener la aprobación de la Dirección Regional de Vialidad del MOP para implementar y materializar pista de aceleración y desaceleración de acceso a la Ruta G-60, Km 15-16 por donde actualmente transitan nuestros camiones con carga, de manera de poder obtener la evidencias necesarias respecto de los expedientes de tramitación y resolución gestionados en vuestro Servicio, para lo cual adjunto diversos documentos como respaldo

En respuesta a su Consulta, le informamos lo siguiente:

La respuesta de la jefa del subdepartamento de Faja Vial, nos menciona lo siguiente:

"El Usuario debe ingresar formalmente la Solicitud de Acceso , a fin que se le dictaminen los términos de referencia para regularizar el acceso en comento"

Se sugiere para mayores detalles consultar en el Subdepartamento de Administración de Faja Vial, del Departamento de Proyectos de Vialidad de la Región Metropolitana, ubicado en Bombero Salas N° 1351, Piso 7, con la Señora Mariana Bonnet o María Cecilia Gutierrez, teléfonos 2 2449 6747 o 2 2449 6781.

Se despide atentamente,

Ministerio de Obras Públicas, MOP



SEÑOR

Rene Elgueta Pérez

Presente

Junto con saludar, acusamos recibo de su Consulta registrada bajo el código **AM001W0202035**, ingresado(a) a través de Nuestra plataforma, con fecha **martes, 18 de noviembre de 2025**, en que indica lo siguiente:

Estimados El día 13/10/2025 Ingrese Solicitud de Factibilidad, dirigida al Director Regional de Vialidad de la Región Metropolitana a nombre de la Empresa Unacem Chile S.A., la que quedó registrada con el N° de Solicitud 481729, dado el tiempo transcurrido necesito saber en que Estado se encuentra dicha Solicitud

En respuesta a su Consulta, le informamos lo siguiente:

Su solicitud fue ingresada con el N° de Proceso 19553133, favor consultar en el Subdepartamento de Administración de Faja, del Departamento de Proyectos, ubicado en Bombero Salas N° 1351, Piso 7, con la Señora Mariana Bonnet, teléfonos 2 2449 6747 o 2 2449 6781.

Se despide atentamente,

Ministerio de Obras Públicas, MOP