



Santiago, 22 de febrero de 2017

AM 017/ 2017

ANT.: ORD. N° 1032 de 17 de agosto de 2016 de Dirección General de Aguas, Región Metropolitana de Santiago.

Carta AM 22/2016 de 12 febrero de 2016 de Alto Maipo SpA, entrega actualización Programa de monitoreo de vibraciones y modelo de atenuación temprana Túnel El Volcán.

- MAT.:**
1. Responde observaciones de la DGA RM de ORD N° 1032/2016 y solicita aprobación del Programa de monitoreo de vibraciones y modelo de atenuación temprana Túnel El Volcán” actualizado, presentado mediante Carta AM 22/2016.
 2. Presenta y solicita aprobación de “Programa de monitoreo de vibraciones por tronaduras en túnel El Volcán, Etapa II”.
 3. Acompaña documentos que indica.

Sra. Carmen Herrera Indo

Dirección General de Aguas Región Metropolitana
Bombero Salas 1351, Piso 5, Santiago

Presente

De nuestra consideración:

Junto con saludarle, Andrés Cabello Blanco, en representación de Alto Maipo SpA (“Alto Maipo”), ambos domiciliados para estos efectos en Avenida Rosario Norte N° 532, piso 19, comuna de Las Condes, Región Metropolitana, en vengo en responder las observaciones formuladas en Oficio ORD. N° 1032 de 17 de agosto de 2016 a versión actualizada del Programa de Monitoreo de Vibraciones y Modelo de Atenuación Temprana presentado por Alto Maipo SpA mediante carta AM 22/2016 de 12 de febrero de 2016, y presentar para su aprobación propuesta de monitoreo de vibraciones Fase II a efectuar en 2018, acompañada a esta presentación.

I. Antecedentes de la Carta AM 22/2016 de Alto Maipo SpA

Alto Maipo SpA por medio de carta AM 22/2016 de 12 de febrero 2016 dirigida a la Dirección General de Aguas, Región Metropolitana, acompañó una versión actualizada del “Programa de Monitoreo de Vibraciones y Modelo de Atenuación Temprana Túnel El Volcán”. Dicha versión actualizó el programa de monitoreo en asunto sobre la base de las indicaciones hechas por el Servicio Nacional de Geología y Minería mediante ORD N° 0150 de 22 de enero de 2016.

Mediante ORD N° 1032 de 17 de agosto de 2016, la Dirección General de Aguas, Región Metropolitana, efectuó observaciones a la actualización del “Programa de Monitoreo de Vibraciones y Modelo de Atenuación Temprana Túnel El Volcán” presentado por Alto Maipo SpA, según carta AM 22/2016.

II. Responde a las observaciones contenidas en ORD N° 1032 de la Dirección General de Aguas Región Metropolitana

A continuación respondemos las observaciones contenidas en el ORD N° 1032/2016 de la Dirección General de Aguas, Región Metropolitana.

1. Primeramente, este Servicio considera necesario aclarar que el objeto de protección de la obligación en cuestión, corresponde al “Monumento Natural El Morado”, el que está

compuesto de diversos glaciares, entre otros el Glaciar San Francisco y el Glaciar Mirador del Morado.

Respuesta:

Alto Maipo está plenamente de acuerdo con esta aclaración respecto del objeto de protección de la obligación, que corresponde al "Monumento Natural El Morado", que contiene los glaciares San Francisco y Mirador del Morado, lo que se da cuenta en el contenido del Programa de monitoreo de vibraciones y modelo de atenuación temprana Túnel El Volcán y del "Programa de monitoreo de vibraciones por tronaduras en túnel El Volcán, Etapa II", que se acompaña a esta presentación.

2. En segundo lugar, se recuerda que en el ICE se establece de manera textual lo siguiente: "En caso específico de estos túneles, por razones de programa de construcción y de modo de minimizar la intervención de superficie eliminando ventanas (túneles) de acceso, el proyecto contempla la utilización de tecnología de construcción de obras subterráneas mediante el empleo de una máquina tunelera denominada Tunnel Boring Machine (TBM) la cual permite excavar sin el uso de explosivos. En el caso particular del Monumento El Morado y el Santuario San Francisco de Lagunillas, se excavarán con este método.", es decir, el ICE estableció que no se usarían explosivos.

Respuesta:

Alto Maipo está de acuerdo con esta observación. En este sentido, la propuesta de monitoreo de vibraciones y modelo de atenuación temprana Túnel El Volcán presentada da cumplimiento estricto a los compromisos y exigencias de la resolución de calificación ambiental del Proyecto sobre el método de construcción del túnel en el área de Monumento El Morado, que prevé el uso de una máquina tunelera (TBM) de la sección de túnel Volcán bajo el referido monumento.

Este método constructivo minimiza la intervención de superficie eliminando ventanas (túneles) de acceso, la cual además permite excavar sin explosivos, en la sección de túnel Volcán bajo el Monumento.

Esta exigencia se encuentra refrendado en el considerando 6.2.1 de la RCA del Proyecto, que indica lo siguiente:

“6.2.1 Áreas Protegidas o Colocadas Bajo Protección Oficial.

*En la zona de inserción del proyecto existe un área bajo protección oficial, regulada por el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) denominada "Monumento Natural El Morado" y el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas, Al respecto, el proyecto considera el desarrollo de obras bajo el Monumento Natural El Morado y Santuario San Francisco de Lagunillas, **que corresponden a una sección del túnel El Volcán y Alfalfal, respectivamente. Estas secciones de túneles estarán a una profundidad en promedio de 1.000 m bajo la superficie, para el caso de El Morado alrededor de entre 450 m., para el Santuario San Francisco de Lagunillas. Asimismo, el proyecto no considera la construcción de caminos, ventanas u otras instalaciones en superficie que pudiese afectar estas áreas protegidas.**” (Lo destacado es nuestro)*

Por otra parte, el mismo ICE contempla que un tramo del túnel El Volcán será construido con método tradicional de *drill and blast* (D&B), los que corresponden a los primeros 4,2 kilómetros del túnel El Volcán contados desde el portal V1.

“Evaluación efectos en el Monumento Natural El Morado y el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas

*El titular señala que **el Monumento Natural El Morado y el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas serán atravesados por el túnel El Volcán y por el Túnel Alfalfal respectivamente.***

En el caso específico de estos túneles, por razones de programa de construcción y de modo de minimizar la intervención de superficie eliminando ventanas (túneles) de acceso, el proyecto contempla la utilización de tecnología de construcción de obras subterráneas mediante el empleo de una máquina tunelera denominada Tunnel Boring Machine (TBM) la cual permite excavar sin el uso de explosivos. En el caso particular del Monumento El Morado y el Santuario San Francisco de Lagunillas, se excavarán con este método.

En la zona de túneles que se excavará con método tradicional de drill and blast (D&B) no se producirán vibraciones que generen riesgos de avalanchas, rodados y deslizamientos producto de la construcción de los túneles en las áreas aludidas, lo anterior por cuanto, dichas actividades se ejecutarán a gran profundidad. Al respecto, en el tramo bajo el Monumento El Morado la profundidad del túnel variará entre 550 y más de 1.500 m. En tanto que en el tramo bajo el Santuario de la Naturaleza San Francisco la profundidad

variará entre 400 y 450 m. En ambos casos no existirán ventanas de acceso al túnel, caminos, ni ninguna otra obra superficial.” (Lo destacado es nuestro)

Lo anterior es concordante con lo señalado en la Adenda 2 del EIA, en respuesta a la pregunta 20, que solicita expresamente aclarar sobre el uso de explosivos en el sector El Morado, a lo que el Titular responde:

“El túnel Volcán será construido con el método Drill&Blast, es decir, con el empleo de explosivos, aproximadamente en los primeros 4,2 Km contabilizados desde el inicio de dicho túnel en la zona de Volcán (punto VI del plano PAM-EIA-GEOL1 del Anexo 8 de la Adenda 1). El inicio del área que comprende el Monumento Natural se encuentra muy próximo al Km 4,2. La totalidad del túnel restante se excavará con TBM (incluido el tramo bajo el Monumento).” (Lo destacado es nuestro)

3. Cabe hacer presente que de acuerdo a los antecedentes aportados por el Titular, el “Programa de Monitoreo de Vibraciones y Modelo de Atenuación Temprano Túnel El Volcán” correspondería a una primera etapa del cumplimiento de la RCA, y que debe complementarse para su visación con el Modelo de Atenuación de tronaduras. Junto con ello, debe recalcar que los antecedentes presentados por el Titular, corresponden, tal como lo señala, a una “etapa de monitoreo temprana”, por lo que resulta necesario prever los objetivos y acciones que se proyectan para la fase II del programa, a fin de sugerir correcciones conforme los resultados obtenidos en esta etapa.

Respuesta:

En respuesta a esta observación, y tal como se indicó en presentación realizada mediante carta AM 160/2015 del 12/11/2015, Alto Maipo considera la realización de una segunda etapa de monitoreo de vibraciones por tronaduras previo al inicio de la sección de construcción del túnel El Volcán bajo el Monumento Natural El Morado, cuya propuesta forma parte del documento denominado “Programa de monitoreo de vibraciones por tronaduras en túnel El Volcán, Etapa II”, que se acompaña a esta presentación para su consideración.

Es pertinente señalar que el “Programa de Monitoreo de Vibraciones y Modelo de Atenuación Temprano Túnel El Volcán” presentado por Alto Maipo mediante carta AM

22/2016 corresponde a una primera etapa de monitoreo de vibraciones por tronaduras para la construcción del Túnel El Volcán, que se ejecuta antes de llegar a la sección bajo el Monumento Natural El Morado.

El propósito de este programa es elaborar un modelo de atenuación de vibraciones de campo lejano a partir del monitoreo de vibraciones de las tronaduras en dos tramos de avance de la construcción del Túnel El Volcán, con el fin de evaluar tempranamente dentro del desarrollo del proyecto (específicamente, dentro de sus 2 primeros kilómetros), el nivel de vibraciones que pudieran alcanzar en superficie y validar el supuesto de nulo o imperceptible efecto asociado a las actividades de tronadura en el área.

En este sentido, el Programa de Monitoreo de Vibraciones y Modelo de Atenuación Temprano, tiene los siguientes objetivos específicos:

- i. Determinar las vibraciones que se inducen en la superficie por las tronaduras realizadas para la construcción del túnel. Primero en zonas iniciales con una baja cobertura entre el túnel y la superficie, y posteriormente verificar como se va atenuando ese efecto a medida que la construcción del túnel avanza en el macizo rocoso y aumenta la distancia desde la zona de los disparos a la superficie. De esa forma se podrá calibrar el modelo de atenuación de vibraciones en el medio rocoso, y confirmar sus predicciones.
- ii. Verificar, antes de llegar a la zona próxima a la sección bajo el Monumento, que las vibraciones inducidas en superficie no tienen el potencial para afectar los glaciares más cercanos al túnel, donde la cobertura entre túnel y la estructura glaciar es aproximadamente 660 m.

Cabe precisar que a la fecha se ha ejecutado el primer tramo del Programa de Monitoreo de Vibraciones y Modelo de Atenuación Temprano Túnel El Volcán¹. Este comprende el monitoreo de vibraciones realizado a tronaduras efectuadas en el avance de la construcción del túnel entre los Pk 500 m y 710 m, entre el 28 de Diciembre 2015 y 10 de Febrero de 2016. Estas mediciones permitieron calibrar un modelo de atenuación de vibraciones con datos reales. Este modelo permite inferir que no se generan efectos en estructuras que se encuentran distanciadas a más de 300 m de la frente de avance de túnel. El informe de monitoreo respectivo se adjunta a esta presentación.

¹ Campaña realizada por la empresa E-mining

Siguiendo el programa propuesto mediante carta AM 22/2016, el segundo tramo de esta etapa temprana de monitoreo de vibraciones está previsto entre junio y diciembre 2017 y comprende mediciones de vibraciones asociadas al avance del túnel entre los Pk 2.000 a 2.300.

Una vez se tengan los resultados de las mediciones de vibraciones de este segundo tramo, y considerando también las mediciones obtenidas en el primer tramo, se ajustará el modelo general de atenuación de la amplitud de vibraciones en función de la distancia para el Programa de monitoreo temprano de vibraciones por tronaduras del túnel El Volcán. Dichos resultados serán entregados a Ud. una vez finalizado el segundo tramo de monitoreo en referencia.

Cabe señalar que el programa de vibraciones aprobado por SERNAGEOMIN que está siendo ejecutado, es temprano porque se realiza mucho antes de entrar al Monumento, y por lo tanto es consistente con el programa requerido en el considerando 7.3.5 de la RCA, que indica que “...programa de monitoreo de vibraciones de tronaduras, correspondiente al plan de seguimiento ambiental del proyecto, previo al inicio de la construcción del túnel bajo el Monumento Natural El Morado”. (Lo destaco es nuestro)

Hacemos presente que prevemos que la construcción del túnel con D&B llegará al inicio de la sección bajo el Monumento en mayo del año 2018.

4. En cuanto a los antecedentes aportados, este Servicio señala la necesidad de documentar el estado actual de los glaciares en la zona de intervención, vale decir, los glaciares presentes dentro del Monumento Natural El Morado y los glaciares pertenecientes al Sitio Prioritario El Morado que comparten divisoria de cuenca con el Monumento Natural, a fin de contrastar los eventuales cambios o impactos luego de los trabajos. Asimismo, el monitoreo glaciológico propuesto por el Titular, debiera dar cuenta tanto de la evolución de las características de superficie, como de los cambios volumétricos de los glaciares, por lo que se recomienda realizar monitoreos en base a levantamientos LIDAR (Light Detection And Ranging), puesto que cumple con ambos requerimientos antes mencionados.

Se solicita que el levantamiento LIDAR (Light Detection And Ranging) sobre los glaciares del “Monumento Natural El Morado” y el Sitio Prioritario “El Morado”, se

realice entre el 6 de marzo y el 7 de abril de 2017, temporada en que los glaciares de la Región Metropolitana presentan su menor cobertura nival. Cabe señalar que este mismo monitoreo debe repetirse el año 2018 (y 2019, si corresponde) en la misma temporada, a fin de poder detectar cambios superficiales y volumétricos de los glaciares.

Respuesta:

Alto Maipo realizará el levantamiento LIDAR conforme a lo solicitado. Con el objetivo de establecer las variaciones en superficie y volumen de los glaciares presentes en el Monumento, estas campañas se realizarán en los años y fechas indicadas en el Oficio Ord. N°1032/2016.

En relación a la necesidad de documentar el estado actual los glaciares presentes en el Monumento Natural El Morado y los glaciares del Sitio Prioritario El Morado, que comparten divisoria de cuenca con el Monumento, se estima pertinente complementar la información que se obtendrá con el levantamiento LIDAR con una referencia sobre el estado de los glaciares anterior a la construcción de Alto Maipo. Para ello, Alto Maipo está realizando un estudio específico de monitoreo de glaciares que incluye un análisis histórico de los cambios de superficie de los glaciares en el período 1955 hasta 2016.

A través del análisis de imágenes aéreas y satelitales disponibles, y extendido anualmente con fotos satelitales de alta resolución, se determinará la extensión de los glaciares y su variación.

Los resultados del análisis de imágenes se cruzan con datos climáticos obtenidos de estaciones meteorológicas cercanas y aptas para tales fines. De este modo, es posible tener una mirada de la evolución de la superficie de los glaciares desde varias décadas anteriores a la construcción de Alto Maipo.

El documento denominado “Programa de monitoreo de vibraciones por tronaduras en túnel El Volcán, Etapa II” adjunto a esta presentación, incluye los estudios aludidos, referidos a la variación en superficie y volumen de glaciares mediante el uso de levantamientos LIDAR y al análisis espacial histórico de glaciares antes referido.

5. Asimismo se estima que, considerando el objeto de protección, el plan de monitoreo en su fase II debiera incluir la medición de las vibraciones de las tronaduras a una cota

cercana al frente de los glaciares y medir de manera simultánea al momento de las tronaduras. A modo de asegurar el nulo impacto de las vibraciones sobre los glaciares.

Respuesta:

Alto Maipo acoge la indicación. Para ello, se propone la realización de una Fase II correspondiente a una campaña de mediciones metodológicamente análogas a las que se encuentran en curso asociadas al monitoreo temprano, pero ejecutada para el avance del Túnel Volcán aproximadamente entre el Pk 3.500 a 3.800, donde la estación para medición de vibración en superficie se encontraría sobre una cobertura de aproximadamente 500 m sobre el túnel, similar a la cobertura entre el túnel y la primera estructura glaciar más próxima al Túnel El Volcán. En este monitoreo, así como en los de la campaña ya realizada, las mediciones se efectúan directamente (en forma simultánea) sobre las vibraciones causadas por los disparos en la frente de avance del túnel. Con ello se tendrá una medición representativa y próxima a los glaciares objeto de la protección.

6. Se solicita detallar el cronograma de ejecución, especificando excavaciones, tronaduras, informe (de acuerdo a los objetivos), toda vez que el presentado no permite determinar con exactitud las labores que se desarrollarán. Junto con ello, cabe precisar que de acuerdo se informó en el Anexo 1 de la carta AM 160/2015 de 12 de noviembre de 2015, en la Tabla 6-1, el informe de febrero de 2016, correspondía a un “Reporte de actividades al término de la etapa de Monitoreo Tramo 1”, sin embargo, la Carta AM22/2016 de 12 de febrero de 2016, responde al Oficio Ordinario N° 150, de 22 de enero de 2016, de Sernageomin, no se hace cargo de lo comprometido en la referida Tabla 6-1. El informe de febrero 2016, se limita a reiterar mayoritariamente lo expuesto en el Informe del mes de noviembre 2015, que lo antecedía.

Respuesta:

La siguiente tabla presenta el calendario estimado de ejecución de las campañas de medición de vibraciones:

Campaña		Pk (m)	Inicio	Fin	Estatus
Fase I	Temprana Etapa 1	500-710	28 Dec 2015	10 Feb 2016	Ejecutada
	Temprana Etapa 2	2.000-2.300	Jun 2017	Dic 2017	Pendiente
Fase II		3.500-3.800	Mar 2018	May 2018	Pendiente

Cabe señalar que la primera ya fue realizada y el reporte correspondiente se anexa a esta presentación, el cual ya fue presentado ante la Superintendencia del Medio Ambiente como anexo 4 en el noveno informe de seguimiento ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo.

Para las campañas por realizar se ha estimado la fecha de acuerdo al actual programa de ejecución de obras del proyecto, el que puede cambiar conforme al avance de las obras. Asimismo, la localización de las campañas en los Pk 2.000 y Pk 3.500, podría variar en función de consideraciones logísticas y de acceso, considerando por ejemplo, las condiciones aptas para la instalación de geófonos en la superficie. La extensión de cada campaña cubre aproximadamente 200 m de avance, que equivalen aproximadamente a entre 40 y 60 tronaduras.

7. En cuanto al punto 5.5 del Informe que acompaña a la Carta AM22/2016 de 12 de febrero de 2016, relativo a la normativa aplicable, debe señalarse que en este el Titular indica que “los niveles de tronaduras se contrastarán con los máximos permitidos por la norma de referencia “Title 30: Mineral Resources; Part 816—Permanent Program Performance Standards—Surface Mining Activities; § 816.67 Use of explosives: Control of adverse effects”. En ese contexto es necesario aclarar que el Informe Consolidado de Evaluación (ICE), Capítulo IX Plan de Seguimiento de las variables ambientales, sección 1.2, conforme lo indica la Tabla de Monitoreo de Vibraciones de Tronaduras, se refiere al monitoreo que se realizará en los 8 puntos identificados como sensibles al ruido por tronaduras de acuerdo a lo señalado en la sección 6.4.1.3 del EIA, vinculado a domicilios particulares, materia que es tuición de la SEREMI de Salud Región Metropolitana de Santiago (DS N°146/97, vigente en esa fecha).

Al respecto, debe precisarse, que es el punto 4.3 del ICE, dentro del título 4, relativo a Evaluación de Impactos, el que determina la utilización de la normativa estadounidense a la que se refiere el Titular. Es precisamente en este párrafo donde se menciona “no se prevé efecto alguno en superficie producto de las vibraciones” sobre el Monumento

Natural El Morado. Al respecto, se manifiesta la absoluta disconformidad de este Servicio respecto a la propuesta planteada por el Titular en el punto 6. De la Carta AM22/2016 de 12 de febrero de 2016. El Plan de Acción deberá iniciar con la paralización inmediata de las tronaduras para posteriormente evaluar opciones de continuación atendiendo a los antecedentes que se tengan a la vista.”.

Respuesta:

Para responder este punto, primero es necesario aclarar que la referencia sobre la disconformidad señalada por DGA **no se refiere al punto 6 de la carta AM22/2016 de 12 de febrero de 2016, sino que se refiere específicamente al punto 5.6 del documento que acompañó esa carta titulado “Actualización de Programa de Monitoreo de Vibraciones y Modelo de Atenuación Temprano Túnel Volcán” de Febrero 2016**, que corresponde a la propuesta de programa de monitoreo de vibraciones para el túnel El Volcán.

El punto 5.6 hace referencia a las medidas que el Titular compromete en caso que se verifiquen superaciones a la norma de referencia usada como estándar de cumplimiento, esto es la norma *“Title 30: Mineral Resources; Part 816—Permanent Program Performance Standards—Surface Mining Activities; § 816.67 Use of explosives: Control of adverse effects”*, que es la que se señala en el 4.3 del ICE, dentro del título 4, relativo a Evaluación de Impactos.

Dicho lo anterior, Alto Maipo manifiesta su acuerdo en que **la primera medida en caso de superación de la norma de referencia en un punto de evaluación que representa efectivamente las vibraciones a que se someten las estructuras glaciares presentes en el Monumento es la paralización inmediata de las tronaduras** para posteriormente evaluar opciones de continuación atendiendo a los antecedentes que se tengan a la vista. A continuación de esta primera medida se analizarían otras alternativas técnicas relativas a la redistribución de cargas u otras, para continuar con el avance del túnel El Volcán.

Por tanto, solicitamos a usted:

1) Tener presente y confirmar su aceptación de las respuestas a las observaciones expresadas en el Oficio Ord de ANT, aprobando el “Programa de monitoreo de vibraciones

y modelo de atenuación temprana Túnel El Volcán” actualizado, presentado mediante carta AM 22/2016 de 12 de febrero de 2016; y

2) Aprobar la propuesta de monitoreo de vibraciones Fase II a efectuar en 2018, acompañada a esta presentación.

Sin otro particular, se despide atentamente,

Andrés Cabello Blanco
Alto Maipo SpA

Adj.:

- Informe de Monitoreo de Vibraciones y Modelo de Atenuación Temprana del Túnel El Volcán. Nota Técnica, Resultados de Monitoreo de Vibraciones por Tronaduras Etapa I, Túnel El Volcán, de E-Mining
- Propuesta de “Programa de monitoreo de vibraciones por tronaduras en túnel El Volcán, Etapa II”.