



Minuta Respuesta a Observaciones informe anual Ord N° 3758 del 27 de agosto 2021

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
2.	PRONUNCIAMIENTO DEL SAG (Servicio Agrícola y Ganadero) SEGÚN ORD N° 2576, DE 10 DE AGOSTO DE 2021.-	3
2.1	EN RELACIÓN AL AVANCE ANUAL (jun-2021), AVENIMIENTO Y TRANSACCIÓN SALAR DE PEDERNALES, DIVISIÓN SALVADOR CODELCO.	3
2.1.1	Observación n° 1	3
2.1.2	Observación n° 2	4
2.1.3	Observación n° 3	7
2.1.4	Observación n° 4	13
2.1.5	Observación n° 5	14
2.1.6	Observación n° 6	15
2.1.7	Observación n° 7	16
2.1.8	Observación n° 8	17
2.1.9	Observación n° 9	19
2.1.10	Observación n° 10	21
2.1.11	Observación n° 11	25
3.	PRONUNCIAMIENTO DE LA DGA (Dirección general de aguas) SEGÚN ORD N° 354, DE 19 DE AGOSTO DE 2021.-	25
3.1	MEDIDA H-01: RESTABLECIMIENTO DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL DESDE RÍO LA OLA.	25
3.1.1	Observación n° 1	25
3.1.2	Observación n° 2	25
3.1.3	Observación n° 3	26
3.1.4	Observación n° 4	26
3.1.5	Observación n° 5	27
3.2	MEDIDA H-02: CIERRE DEL DREN AGUA HELADA.	27
3.2.1	Observación n° 6	27
3.2.2	Observación n° 7	28

1 INTRODUCCIÓN

El Consejo de Defensa del Estado, en adelante (CDE), interpuso ante el Primer Tribunal Ambiental de Antofagasta con fecha 15 de julio de 2020, una demanda por daño ambiental en contra de CODELCO División Salvador, dando origen a la causa Rol D-7-2020 caratulada “Consejo de Defensa del Estado con Corporación Nacional del Cobre de Chile”.

Dicha demanda fue contestada por CODELCO con fecha 16 de noviembre de 2020 y con esta misma fecha, las partes alcanzaron un Avenimiento y Transacción, el cual fue aprobado por el Primer Tribunal Ambiental con fecha 29 de diciembre de 2020, dictando algunas medidas complementarias a las planteadas por las partes. La resolución de aprobación se encuentra firme y ejecutoriada desde el 15 de enero de 2021.

En este contexto, las partes acordaron que, en el mes de junio de cada año, CODELCO enviará un informe de avance al CDE respecto de la totalidad de las medidas convenidas, el primero de los cuáles fue remitido mediante carta de fecha 30 de junio de 2021.

En el cumplimiento de lo previsto en dicho Avenimiento y Transacción, el CDE ha procedido a la revisión y emisión de observaciones respecto de dicho informe, mediante el Ord. N° 3758 del 27 de agosto 2021, con base en el análisis técnico efectuado por los servicios con competencia ambiental sobre la materia, como son la Dirección General de Aguas (DGA) y el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

En el presente documento se da respuesta a las observaciones planteadas al documento Informe de Avance Anual, Codelco División Salvador, junio 2021, por la Dirección General de Aguas en el Oficio Ord. N° 354 del 19 de agosto de 2021 y a las observaciones planteadas, respecto del Informe de Avance Anual, por el Servicio Agrícola y Ganadero en el oficio Ord. N° 2576 del 10 de agosto de 2021.

2. PRONUNCIAMIENTO DEL SAG (SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO) SEGÚN ORD N° 2576, DE 10 DE AGOSTO DE 2021.-

En el presente capítulo se da respuesta a las observaciones planteadas al documento Informe de Avance Anual, Codelco División Salvador, junio 2021, por el Servicio Agrícola y Ganadero en el Oficio Ord. N° 2576 del 10 de agosto de 2021.

2.1 EN RELACIÓN AL AVANCE ANUAL (JUN-2021), AVENIMIENTO Y TRANSACCIÓN SALAR DE PEDERNALES, DIVISIÓN SALVADOR CODELCO.

2.1.1 Observación n° 1

En referencia al numeral 4.5.2 referido al estado de avance de la Medida EST-01: Estudio de Abundancia Potencial de Especies en Salar de Pedernales, y al numeral 4.6.2 de la Medida EST-02: Estudio de Seguimiento de Dinámicas Ecosistémicas de SVAHT, este Servicio solicita que, el titular no debe licitar los estudios mientras, no de respuesta a las observaciones realizadas y que se relacionan con estas temáticas.

Respuesta:

Se acoge la observación. Codelco no dará inicio al proceso de licitación para la ejecución de las Medidas EST-01 y EST-02, mientras el CDE no apruebe los Términos de Referencia de conformidad a lo establecido en el Avenimiento y Transacción suscrito.

2.1.2 Observación n° 2

Con respecto al numeral 4.11.1 se solicita que el titular presente el detalle del método que propone utilizar para estimar la data y dinámica de muerte del SVAHT inactivo, dado que este Servicio cuestiona la efectividad, especialmente si se considera que tal como se da en terreno a nivel de sustrato es poco lo que se puede analizar, debido a los procesos erosivos presentes, que provocan arrastre eólico de la capa superficial.

Respuesta:

Se aclara que esta medida de estudio fue solicitada por el mismo Tribunal Ambiental, momento en el que también propuso el uso de determinado método, constando todo ello en el Acta de Conciliación de fecha 29 de diciembre de 2020. Adicional a ello, en el acto de la conciliación se acompañó un documento conceptual en que se expuso el alcance del estudio, el cual forma parte integrante del Avenimiento y Transacción y está en conocimiento del CDE.

Sin perjuicio de que el método del Estudio Data y Dinámica de Muerte del SVATH inactivo no quedó sujeto a conformidad del Servicio Agrícola y Ganadero, a continuación, se da respuesta a las observaciones de este Servicio.

A) Método de estimación de la data y dinámica de muerte del SVAHT inactivo

A continuación se describe el método para estimar una edad de muerte de las plantas del SVATH actualmente inactivo.

En primer lugar se propone realizar un muestreo de vegetación en tres zonas, claramente diferenciables entre sí:

- i) zona donde actualmente hay presencia de vegetación viva dentro de la porción activa del salar de Pedernales;
- ii) zona intermedia que presenta vegetación con disminución en la vigorosidad;
- iii) zona con vegetación muerta.

En cada una de las tres zonas se distribuirán de forma homogénea, 3-5 parcelas de 1 m² (1 m x 1 m). En la zona activa y de vigorosidad disminuida se extraerán 2-3 individuos completos vivos (incluyendo parte aérea y raíces) y en el caso de la zona con vegetación muerta se extraerán restos de plantas muertas en las zonas de rastrojos y mantillo. De ser posible la identificación de las especies en las unidades de rastrojo y mantillo, el muestreo podría incluir la separación y embolsado de las muestras por especie de planta. En caso contrario, se considera la toma de muestras compuestas, sin distinción de las especies.

Se realizarán al menos dos campañas de muestreo en un año y en estaciones contrastantes (ej. invierno y verano), para verificar si existe variabilidad intra-anual

Las muestras de plantas serán guardadas en bolsas de polietileno debidamente identificadas y trasladadas a laboratorio, en las que serán sometidas a un sonicado por 30 minutos para remover todas las partículas adheridas a la superficie y luego serán lavadas con agua ultrapura Tipo II, para posteriormente ser sometidas a un proceso de secado por liofilización.

Las muestras serán sometidas a análisis de ^{210}Pb ⁽¹⁾ y ^{226}Ra (Mathieu *et al*, 1988) ⁽²⁾, en un Laboratorio de Radioquímica Ambiental que cuenta con un Espectrómetro Alfa equipado con cámaras de conteo y detectores para radionúclidos emisores alfa, el que también cuenta con un sistema para medición de ^{222}Rn que permite la cuantificación de ^{226}Ra , entre otras de sus características.

Determinación de ^{210}Pb

Se determinará el radionúclido natural ^{210}Pb de la serie del ^{238}U en las muestras de plantas, mediante el método por Espectrometría Alfa, siguiendo lo propuesto por Flynn (1968) ⁽³⁾, adaptado a las condiciones del laboratorio.

Las muestras de tejido de las plantas se someterán a un ataque ácido con HNO_3 , HCl y HF concentrados hasta sequedad y redisolución del residuo en HCl 1,5 N para proceder a la depositación de ^{210}Po por un período de tiempo con agitación y temperatura.

El ^{210}Pb se detecta a través de ^{210}Po , usando ^{209}Po como trazador de rendimiento, asumiendo equilibrio secular radiactivo entre estos radionucleidos, el que se alcanza en un máximo de tiempo de dos años (Díaz-Francés, 2010) ⁽⁴⁾.

Determinación de ^{226}Ra

El radio (^{226}Ra) se determinará mediante centelleo gaseoso, basado en el decaimiento natural del gas ^{222}Rn . Para ello se realiza la acumulación gaseosa de ^{222}Rn , el cual se encuentra en equilibrio secular con el ^{226}Ra (isótopo padre). Esta acumulación gaseosa proviene de la disolución total de las plantas, la que es almacenada en frascos de lavado de gases de vidrio durante 15 días, tiempo en el cual el ^{222}Rn y el ^{226}Ra alcanzan el equilibrio secular. Transcurrido este tiempo, se hace una extracción de ^{222}Rn mediante adsorción y desorción del gas en columnas de carbón activado para su posterior transferencia y cuantificación en celdas de Lucas, utilizando el método descrito por Mathieu *et al* (1988).

-
- 1 Conforme a lo recomendado por el Tribunal Ambiental, se usará radionúclido natural de la serie ^{238}U entre los que están el radionúclido ^{210}Pb .
 - 2 Mathieu G.G., Biscaye P.E., Lupton R.A. and Hammond D.E., (1988). System for measurement of ^{222}Rn at low levels in natural waters. Health Phys. 5, 989–992.
 - 3 Flynn, WW. (1968). The determination of low levels of polonium-210 in environmental materials. Analytica chimica acta, 43, 221-227.
 - 4 Díaz-Francés, I. (2010). El ^{210}Po en la cadena alimenticia humana. Radioprotección. Vol. XVII, No. 65: 42-50.

Determinación del tiempo transcurrido desde muerte (Intervalo Post mortem) de las plantas

El ^{210}Pb puede ser incorporado a una planta terrestre a través de dos vías: i) desde el suelo, absorbido por las raíces y ii) desde la atmósfera, por depositación directa en aerosoles por el decaimiento de su precursor (^{222}Rn). Consecuentemente, para estimar la edad de la vegetación del SVAHT, particularmente de la zona denudada en el salar, se medirá el ^{210}Pb en las plantas de la zona de vegetación viva (vega), que se asumirá representa la actividad del ^{210}Pb actual y reciente, y se comparará con el ^{210}Pb de la vegetación muerta, donde se espera que la vegetación en esta zona tenga menor contenido de este radionúclido (actividad) con respecto a una planta viva, de tal forma que la disminución observada se deba solo al decaimiento natural. En esta aproximación, las plantas de la zona intermedia en estado moribundo deberían tener actividades de ^{210}Pb también menores que las plantas de la vega activa, pero mayores que la vegetación muerta. Esto permite aplicar la ecuación de decaimiento radioactivo y estimar el tiempo transcurrido entre las diferentes zonas, que representa las dos condiciones de la vegetación del salar, es decir, viva v/s muerta.

Por lo tanto, se puede establecer que el contenido de ^{210}Pb en la planta tendrá dos orígenes, la parte aérea que se relaciona con el aporte atmosférico reciente, y el contenido en las raíces que se relaciona con el absorbido por las raíces desde el suelo.

Se espera que exista una diferenciación entre el contenido de ^{210}Pb en las plantas de las dos zonas, ya que las plantas vivas estarán incorporando el ^{210}Pb a sus tejidos activamente; en cambio, en la zona de rastrojos no habrá incorporación activa de ^{210}Pb , ya que las plantas están muertas y solo contienen el ^{210}Pb que tenían incorporado al momento de su muerte. Por lo tanto, los cambios en la actividad del ^{210}Pb se deberán solo al decaimiento radioactivo y no a la incorporación de nuevo ^{210}Pb , porque la planta no puede realizar ningún proceso fisiológico de absorción. En esta condición, las plantas muertas no tienen la capacidad de incorporar el ^{210}Pb reciente y la cantidad de este radionúclido corresponde al que tenía en el momento en que se interrumpió la incorporación activa, ya sea por las raíces o bien por la parte aérea, si este fuera el caso. En ese momento se inicia el tiempo del radiogeocronómetro, el cual hace variar la actividad del ^{210}Pb en la planta solo por decaimiento radioactivo.

Sobre la base de la ecuación de decaimiento radioactivo, se tiene que:

$$t = 1/\lambda \ln (A_o / A_t)$$

donde:

t = tiempo transcurrido desde la muerte

λ = Constante de decaimiento del ^{210}Pb (22,3 años)

A_o = actividad inicial (plantas zona vega activa)

A_t = actividad de la muestra t años después de muerta

Según lo expuesto, la actividad del radionúclido permitirá estimar la fecha de muerte de las plantas del SVAHT inactivo.

B) Procesos erosivos presentes que provocan arrastre eólico de la capa superficial

A continuación se presentan los fundamentos radioquímicos que avalan la efectividad del procedimiento a emplear, considerando "los procesos erosivos presentes, que provocan arrastre eólico de la capa superficial" del suelo donde viven las plantas.

Al respecto, ese tiene que existe un flujo constante de ^{210}Pb atmosférico, producto del decaimiento de ^{222}Rn , así que las plantas tienen un aporte constante de ^{210}Pb a su parte aérea, que de hecho representan un aporte de ^{210}Pb que no está ingresado a la planta y que debe ser evaluado, para lo cual se propone eliminarlo con un procedimiento de lavado de las muestras.

Por lo tanto, la existencia o no existencia de erosión del suelo no afecta la medición. Lo que sí es relevante es el ^{210}Pb que es incorporado por las raíces, que las plantas toman del suelo, el cual es ingresado activamente a la planta por los procesos fisiológicos normales. Hay que tener presente que en el suelo hay ^{226}Ra en forma natural y que este se encuentra en equilibrio radiactivo secular con el ^{210}Pb , por lo tanto, en el suelo hay una fuente permanente del ^{210}Pb , independiente de que existan procesos erosivos de la capa superficial del suelo. De este modo, cuando muere la planta, no hay más incorporación activa del ^{210}Pb , por lo cual la cantidad de ^{210}Pb en la planta solo varía por decaimiento radioactivo, proceso en que la erosión del suelo no juega ningún rol, pues lo que importa es el ^{210}Pb que estaba incorporado al momento de la muerte. Además, el ^{210}Pb de una planta muerta se comparará con el ^{210}Pb de una planta viva que representa el ^{210}Pb reciente ("fresco"), eliminando el aportado por la resuspensión del material erosionado del suelo o el arrastrado por el viento. Solo interesa el ^{210}Pb que está al interior de la planta.

2.1.3 Observación n° 3

Se debe describir y caracterizar los sectores aledaños mencionados por el titular de donde se obtendrá suelo para tapar los drenes.

Respuesta:

Se acoge la observación. Estos sitios consideran suelos que se conforman por depósitos aluviales o coluviales al final de cuerpos de agua sin presencia de vegetación, y sectores con intervención antrópica preexistente. Para definir los sitios, estos fueron verificados en terreno durante la última semana de septiembre de 2021, para determinar el lugar exacto de extracción de material. En la Figura 1, a continuación, se muestran los puntos visitados con el fin de evaluar los suelos.

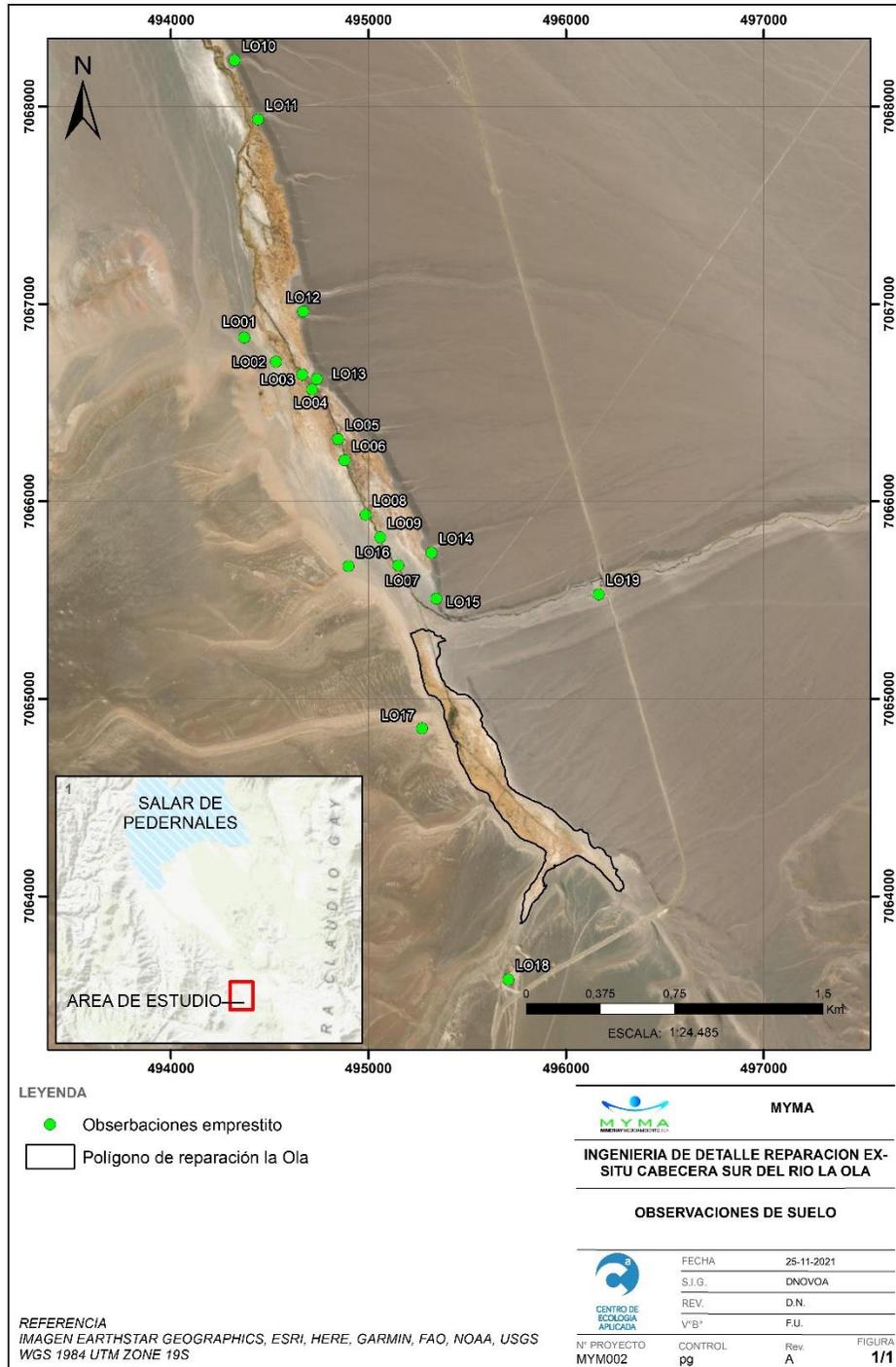


Figura 1. Sitios de extracción de empréstito.

En la Tabla 1 a continuación se detallan las características edáficas obtenidas de la observación de suelo. Cabe destacar que parte de estas muestras fueron sometidas a análisis de laboratorio con el fin de evaluar principalmente la textura y determinar si se condice con la textura

encontrada en los suelos presentes en las zonas de drenes que son de moderadamente gruesas a gruesas.

Tabla 1. Observaciones de suelo en sectores para empréstito.

Punto	Clase textural	Pedregosidad	Observación	Coordenadas		Estado
				E [m]	N [m]	
LO1	arenoso*	Moderada	pedmont	494372	7066830	Natural
LO2	arenoso	Moderada	pedmont	494532	7066707	Natural
LO3	Franco arenoso*	Moderada	material orgánico en bloques mezclado con arena al borde del río, rivera oeste	494665	7066642	Removido
LO4	arenoso	Moderada	material orgánico en bloques mezclado con arena al borde del río, rivera oeste	494714	7066566	Removido
LO5	arenoso	Moderada	material orgánico en bloques mezclado con arena al borde del río, rivera oeste	494846	7066315	Removido
LO6	arenoso	Moderada	material orgánico en bloques mezclado con arena al borde del río, rivera oeste	494880	7066208	Removido
LO7	arenoso	Moderada	material orgánico en bloques mezclado con arena al borde del río, rivera oeste	494987	7065932	Removido
LO8	Franco arenoso*	Moderada	material orgánico en bloques mezclado con arena al borde del río, rivera este	495060	7065817	Removido
LO9	arenoso	Moderada	material orgánico en bloques mezclado con arena al borde del río, rivera este	494323	7068234	Removido
LO10	Franco arenoso*	Moderada	pedmont quebrada pequeña	494442	7067934	Natural
LO11	arenoso*	Moderada	pedmont quebrada pequeña	494555	7067636	Natural
LO12	arenoso	Moderada	pedmont quebrada pequeña	494669	7066962	Natural
LO13	arenoso	Moderada	pedmont quebrada pequeña	494740	7066620	Natural
LO14	arenoso	Moderada	pedmont quebrada pequeña	495320	7065739	Natural
LO15	Areno francosa*	Moderada	pedmont quebrada pequeña	495343	7065507	Natural
LO16	Areno francosa*	Moderada	pedmont quebrada pequeña	494900	7065671	Natural
LO17	Areno francosa*	Moderada	pedmont quebrada pequeña	495272	7064850	Natural
LO18	Areno francosa*	Ligera	material arcilloso removido apilado	495708	7063577	Removido
LO19	Areno francosa*	Moderada	material arenoso removido apilado	496166	7065529	Removido

* Clase textural determinada en laboratorio. Las otras clases texturales fueron determinadas al tacto en terreno.

Considerando la tabla anterior, LO3 a LO9 corresponden a montículos ubicados en el mismo río La Ola, cuyo origen probable sea la construcción del dren principal, por lo cual sería el material más apropiado para el tapado de drenes, ya que es material proveniente del mismo sector.

Mediante fotointerpretación, se identificaron zonas con montículos fuera del área de reparación, en el mismo río La Ola, similares a lo observado entre LO3 a LO9, encontrándose 0,47 ha de montículos con un potencial en términos volumétricos de 419 m³, aproximadamente.

El material faltante para el relleno de drenes se sacará de los puntos LO18 y LO19, los cuales se encuentran fuertemente intervenidos y presentan texturas medias a gruesas adecuadas para el relleno de drenes, y que abarcan una superficie de 2,3 ha (Figura 3).

La Figura 2 muestra los lugares de montículos definidos en Quebrada La Ola junto con su centroide y los puntos de observaciones de suelo usadas para definir los puntos de extracción de material de relleno, los cuales corresponden a LO3 a LO7 y los puntos ubicados en LO18 y LO19.

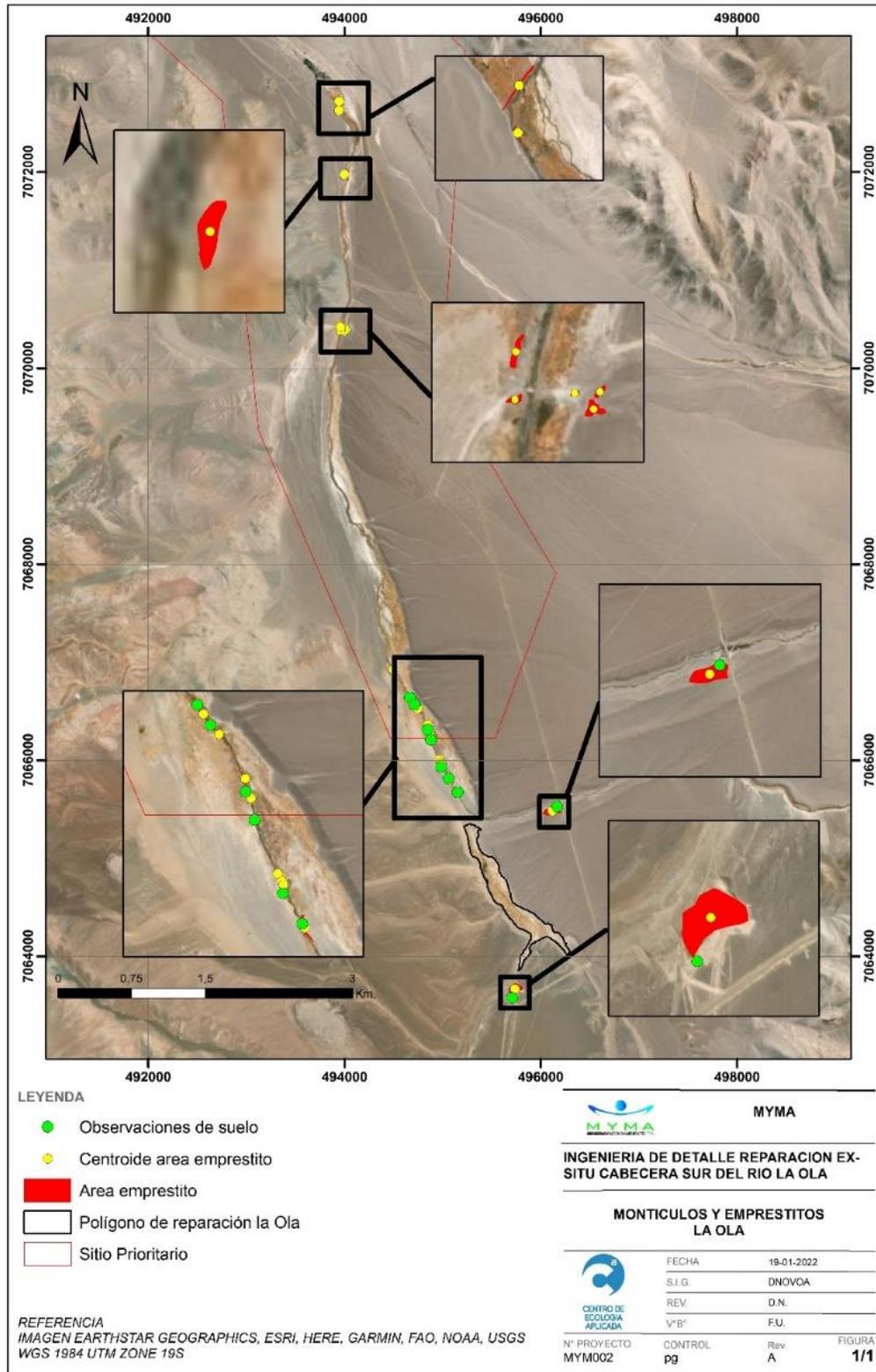


Figura 2. Áreas de extracción de empréstito en río La Ola.



Figura 3. Izquierda Sector de montículos fuera del área de reparación (LO-06). Derecha Sector con alta intervención antrópica (LO-19).

La Tabla 2 muestra las coordenadas de los centroides junto con el área que representa cada polígono y el volumen aproximado de extracción de material. Si bien las áreas fuera del río La Ola que presentan intervención antrópica, tienen un volumen potencial de más de 2000 m³, solo se considera la extracción de material faltante equivalente a 174 m³.

Por lo cual, de los 980 m³ calculados que se necesitan para el relleno de los drenes, 387 m³ corresponden a montículos al interior de la misma área de reparación, 419 m³ se obtendrán de montículos ubicados en el mismo río La Ola fuera del área de reparación, y 174 m³ restantes se obtendrán de las zonas de intervención antrópica en las afueras del área del río, específicamente entre los puntos LO18 y LO-19.

Volumen total drenes Calculado	=	Montículos interior área de reparación La Ola	+	Montículos fuera área de reparación La Ola	+	Material relleno áreas intervención antrópica
980 m ³		387 m ³		419 m ³		174 m ³

Tabla 2. Ubicación y Volumen aproximado de empréstito posible de obtener en las áreas definidas

ID	Coordenada Centro de área de empréstito		Superficie		Volumen m ³
	E [m]	N [m]	ha	m ²	
Interior río La Ola					
1	493945	7072720	0,038	383,592	34,52
2	493942	7072629	0,011	108,300	9,75
3	493998	7071975	0,002	16,878	1,52
4	493956	7070418	0,008	81,270	7,31
5	493956	7070387	0,004	42,102	3,79

ID	Coordenada Centro de área de empréstito		Superficie		Volumen m ³
	E [m]	N [m]	ha	m ²	
Interior río La Ola					
6	493995	7070391	0,002	16,105	1,45
7	494011	7070392	0,003	27,800	2,50
8	494007	7070381	0,008	83,879	7,55
9	494492	7066926	0,053	527,377	47,46
10	494688	7066607	0,099	991,305	89,22
11	494746	7066531	0,033	333,143	29,98
12	494846	7066364	0,057	570,076	51,31
13	494845	7066318	0,013	127,059	11,44
14	494867	7066290	0,014	135,221	12,17
15	494876	7066201	0,014	142,123	12,79
16	494968	7066005	0,016	156,250	14,06
17	494983	7065977	0,005	54,237	4,88
18	494989	7065964	0,001	13,937	1,25
19	494985	7065933	0,008	77,684	6,99
20	495069	7065802	0,077	767,390	69,07
Total			0,47	4655,73	419,02
Áreas intervenidas fuera del río La Ola					
21	496118	7065486	1,197	11974,921	1077,74
22	495736	7063669	1,076	10763,999	968,76
Total			2,27	22738,92	2046,50

2.1.4 Observación n° 4

En la propuesta presentada falta definir a priori las características de sitio que se deben reponer para que el humedal funcione similar a la construcción de drenes, considerando el tipo y cantidad de mantillo y rastrojo presente en el área de vega total y de acuerdo a las características topográficas de detalle, una vez que se presente la información asociada al DEM solicitada.

Respuesta:

El Anexo del Avenimiento, en la descripción de la medida RC-01: Plan de Reparación Ex-Situ, indica como actividad y obra de reparación asociada al sector de La Ola, “*La eliminación de drenes perpendiculares al canal principal (el cual se mantendrá), permitirá devolver la dinámica hidrológica natural del sistema y por ende lograr la recuperación de la cabecera sur de este humedal*”. Por tanto, la medida establece sólo el relleno de los drenes con el fin de generar las mejores condiciones tanto de suelos como hidráulicas para que la vega o pajonal hídrico se establezca en forma natural, sin que se contemple el objetivo de alcanzar las condiciones preexistentes a la construcción de los drenes.

2.1.5 Observación n° 5

El titular debe presentar las unidades cartográficas de suelo en un mapa vectorial ya que no es suficiente señalar que sólo se señale que se usó criterio experto, ya que se deben explicitar criterios objetivos de delimitación respecto de uso actual y vestigios de vegetación, los que deben incorporarse en la definición de las unidades cartográficas.

Respuesta:

Los suelos ubicados en la cabecera del río La Ola fueron definidos en el EIA del Proyecto Rajo Inca como unidades de suelos homogéneas ubicados en posición de llanura de depositación fluvial (Figura 4), correspondiente a sectores deprimidos junto a los cursos de agua. Esta posición deprimida ha permitido la formación de suelos pobremente drenados con presencia de vegetación con características hidromórficas, con horizontes orgánicos y de drenaje pobre y muy pobre, lo que los clasifica según su Clase de Capacidad de Uso (CCU) como V.

Las calicatas y observaciones de suelo realizadas tuvieron como propósito establecer las condiciones y características de los suelos asociados a los drenes y no definir unidades cartográficas de suelo del área en estudio.

Respuesta:

El objetivo propuesto en el Avenimiento considera solo el relleno de drenes. Como imagen objetivo en el mediano plazo pueden considerarse sectores aledaños al interior del área de estudio con presencia de vegetación hidrófila y suelos con condiciones similares de drenaje. Como se observó en las calicatas realizadas, donde se encontró presencia de horizontes orgánicos enterrados, el paisaje del sector muestra la capacidad del sistema de regenerarse en forma natural, considerando las condiciones de humedad del suelo.

Dado lo anterior y con el objetivo de dar seguimiento a la recuperación de la vega, es que se estima establecer en la misma vega transectos, en zonas de vegetación en buen estado y sin presencia de drenes, y también en las zonas de drenes, con el fin de evaluar por comparación la recuperación de los sitios a ser rellenados. Además, junto a los transectos se propone establecer punteras con el fin de realizar un seguimiento de los niveles freáticos que den cuenta tanto de la variación anual como de la recuperación que puedan presentar los niveles producto del relleno de los drenes.

2.1.7 Observación n° 7

No se observa descripción de áreas testigos que pudieran dar cuenta de las características de sitio a recuperar, lo que es esencial si se analiza la realidad de la vega en la que se indica la presencia de estrata orgánica enterrada en subsuperficie que pudiera ser producto de depositación de suelo en el tiempo.

Respuesta:

El objetivo propuesto en el Avenimiento considera solo el relleno de drenes. Según la línea de base realizada, existen en el área dos grandes formaciones de vegetación, Pajonal hídrico de *Deyeuxia velutina* y Vega de *Triglochin concinna*, las cuales se encuentran en una condición de crecimiento buena, así como sectores con condición de crecimiento regular. Por lo tanto, se propone utilizar sectores, al interior del área, con buen crecimiento como áreas de referencia para las zonas a recuperar ocupadas actualmente por drenes, como es el caso del sector entre las coordenadas 493.495 m E – 7.072.722 m N por el norte y las coordenadas 494.114 m E – 7.072.243 m N por el sur (Figura 5).

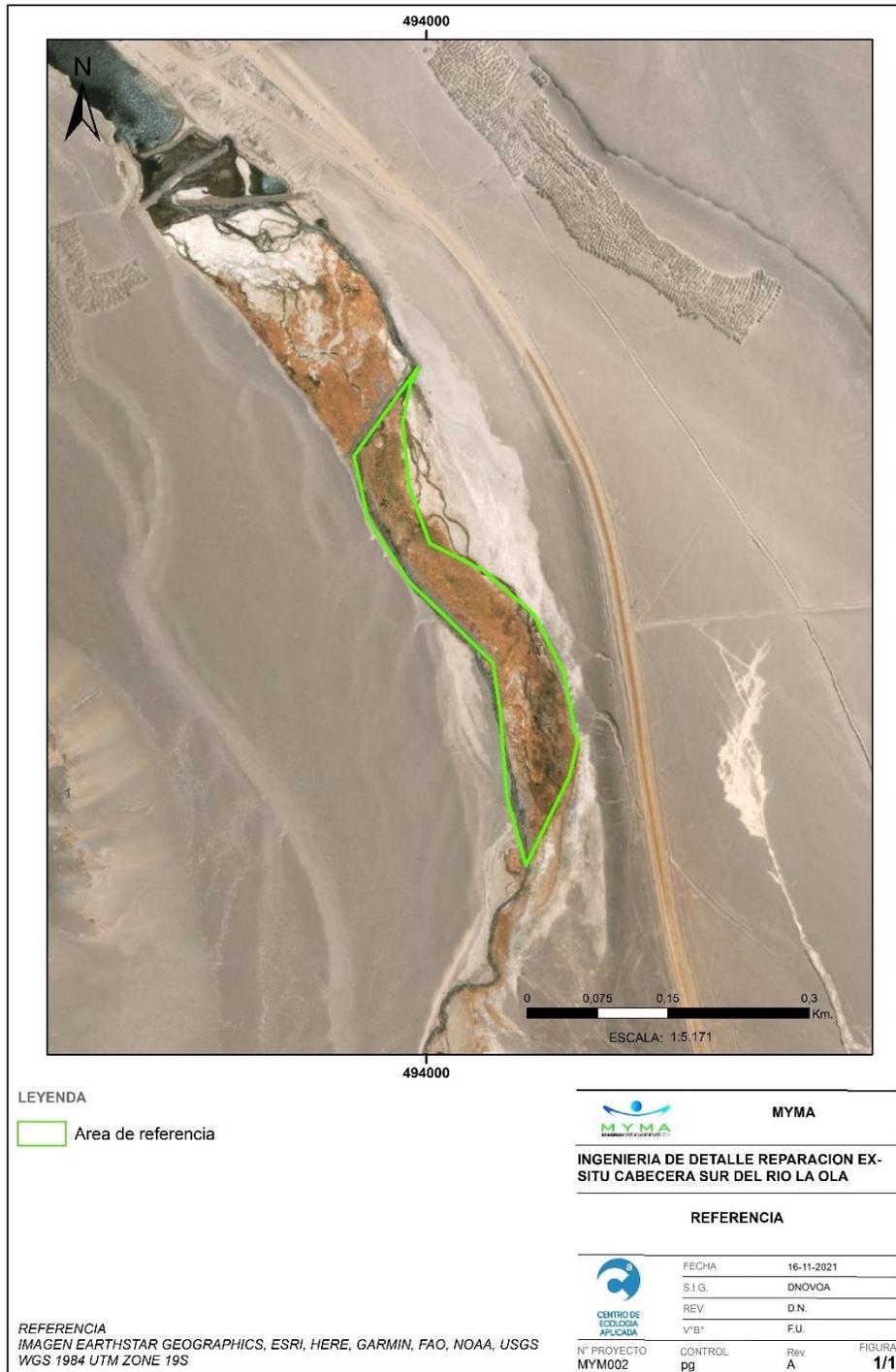


Figura 5. Sector de referencia para vegetación.

2.1.8 Observación n° 8

Se requiere que el modelo digital de elevación se presente como mapa vectorial y que sea superpuesto con el mapa de vegetación, para que se pueda hacer el análisis si lo que se presenta

es el DEM o SEM, ya que en el método no se menciona ninguna corrección en terreno que permita afirmar que se entrega el DEM.

Respuesta:

Se adjunta el modelo digital de elevación como mapa vectorial (Figura 6). Respecto a la superposición del modelo digital de elevación con el mapa de vegetación, esta podría inducir a errores de apreciación producto de la diferencia de escalas que presentan ambos mapas. La escala de trabajo de la COT presentada en el EIA del Proyecto Rajo Inca es 1:20.000, mientras que el DEM realizado tiene una precisión centimétrica). Adicionalmente, la COT tiene un margen de error dado el método empleado en su elaboración, que conlleva fotointerpretación, mientras que el modelo digital de elevación se basa en datos duros de terreno, dados por una toma de puntos amplia unido a la aplicación de un modelo geoestadístico.

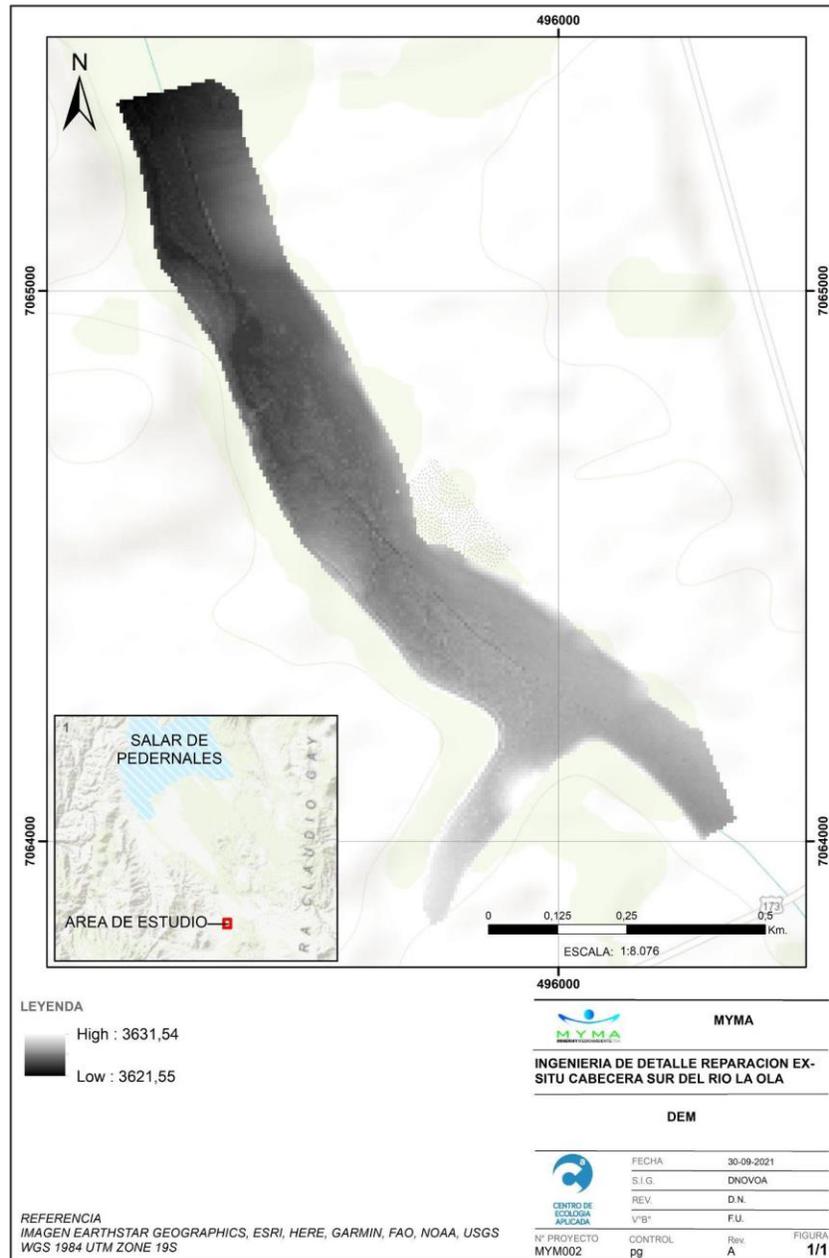


Figura 6. DEM del área de estudio.

2.1.9 Observación n° 9

Se solicita al titular que se debe analizar el impacto que pudiera ocasionar la maquinaria que estará a cargo del movimiento de suelos, considerando las toneladas de material a definir.

Respuesta:

Con la finalidad de no generar algún impacto no deseado con el uso de maquinaria, se planifica, tal como se indicó en el informe que “los trabajos de relleno de drenes se realizarán sin uso de maquinaria, considerando el transporte en forma manual con carretillas y cuidando de no provocar daño a la vegetación existente”.

La medida será reforzada con las siguientes acciones:

- Los trabajos serán dirigidos por personal profesional, altamente calificado, llevando un control permanente de las actividades, lo que quedará registrado en una planilla “ad doc” y registro fotográfico.
- En forma obligatoria, y previo a los trabajos, se realizará una charla de inducción dictada por personal profesional altamente calificado, dirigida a todos los trabajadores, exponiéndoles lo sensible que es el sistema biótico-abiótico donde se realizarán los trabajos y cuál es el propósito de los trabajos. Quedará constancia de la misma, a través de lista de asistencia con indicación del tema tratado, profesional que la realizó y fecha y hora.

El requerimiento de personal calificado se establecerá en los Términos de Referencia al momento de la licitación de los trabajos, como también serán parte de los mismos, la charla de inducción, para todo trabajador nuevo. Se realizarán tantas de inducción como sean necesarias.

No obstante lo anterior, en el caso de uso de camiones para el transporte de material y acopio, estos sólo se realizarán por los caminos establecidos, principalmente por el camino ubicado en el sector poniente de la vega (camino secundario 2, Figura 7).

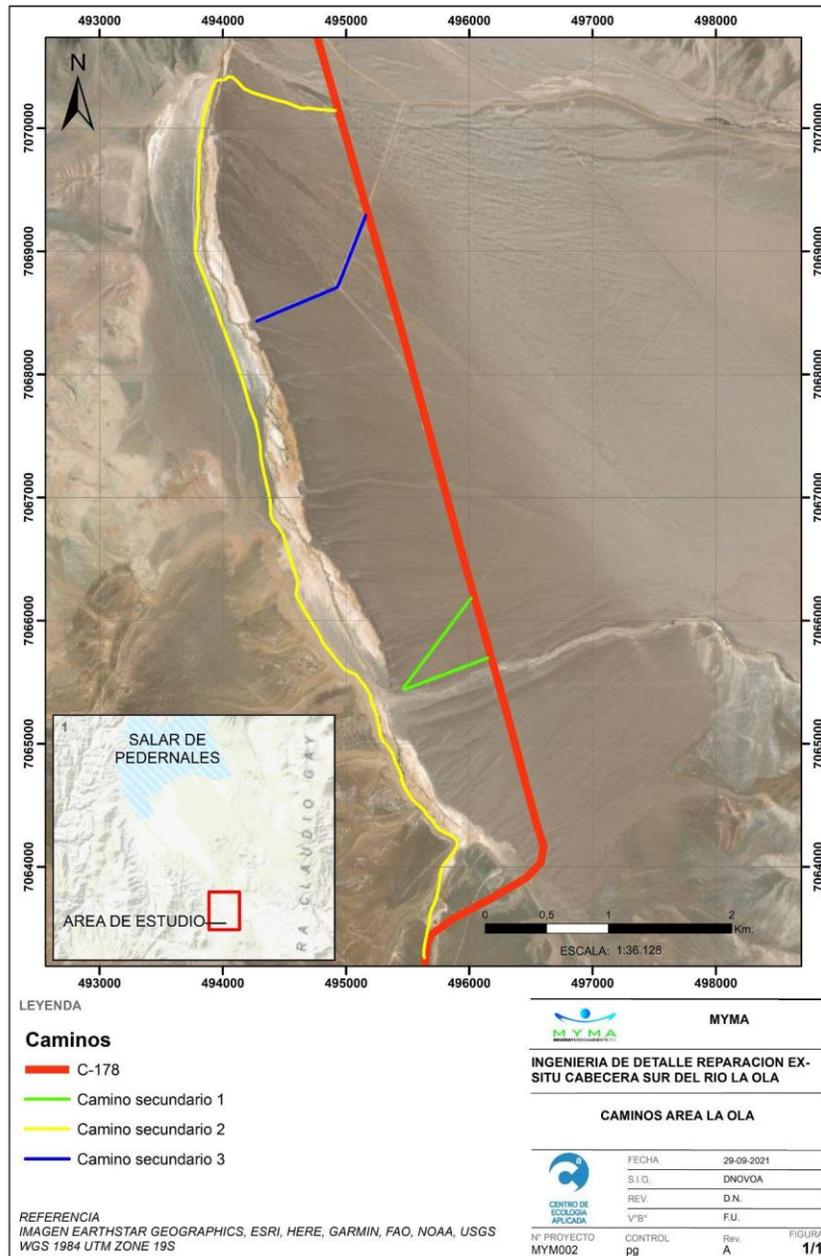


Figura 7. Caminos establecidos para transporte de material.

2.1.10 Observación n° 10

Considerando que el titular señala lo siguiente: “se considera al momento del tapado de los drenes, la presencia de vegetación de tipo azonal que ha encontrado condiciones para el crecimiento al interior del dren dada la mayor disponibilidad hídrica por la cercanía al nivel freático (Figura 5-3), por lo cual al momento de realizar el tapado de los drenes se contempla la presencia de un especialista en flora que se encargue de la identificación a nivel de especie,

del rescate de la vegetación que crezca al interior de los drenes para ser restituida en forma inmediata, una vez tapado el dren en el mismo lugar de donde fue extraída y del seguimiento para asegurar la sobrevivencia”, se requiere que se presente a priori con un mapa de detalle de la vegetación o restos de ella que se encuentren presentes, pero para toda el área de la vega que se verá beneficiada con cierre de los drenes.

Respuesta:

En la COT (Figura 8) del área de estudio se observa que en general la formación que se verá favorecida en mayor medida con el tapado de los drenes corresponde al pajonal hídrico de *Deyeuxia velutina*, donde es posible encontrar también especies como *Deyeuxia eminens*, *Puccinellia frigida*, *Juncus balticus* y *Triglochin palustris*, en tanto existe un menor número de drenes (siete en total) que se emplazan en la formación definida como Vega de *Triglochin concinna*, ubicada en el margen este de la cabecera del río La Ola.

No obstante lo anterior, en terreno se verificó durante la última semana de septiembre de 2021, la presencia de especies al interior de los drenes, observándose tres sectores con presencia de vegetación al interior del dren con individuos aislados. En el sector 1 se determinó la presencia de *Deyeuxia velutina*, *Festuca hypsophyla* y *Zameioscirpus atacamensis*. En el sector 2 fue posible encontrar 3 especies al interior: *Deyeuxia velutina*, *Festuca Hypsophyla* y *Oxychoe andina* y, finalmente en el sector 3 fue posible encontrar al interior del dren *Deyeuxia velutina*, *Festuca hypsophyla*, *Adesmia equinus* y *Stuckenia aff filiformis* (Figura 9).

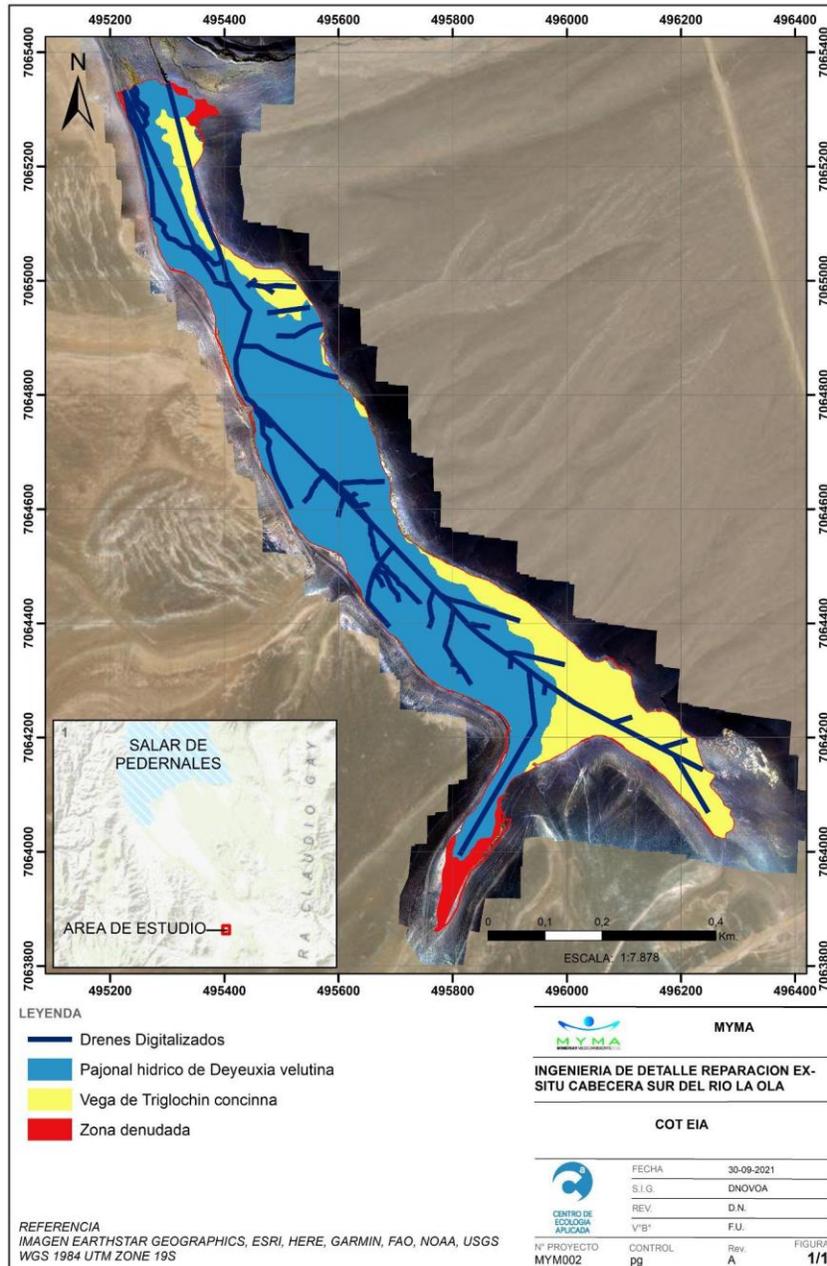


Figura 8. Cruce de COT con drenes en río La Ola.

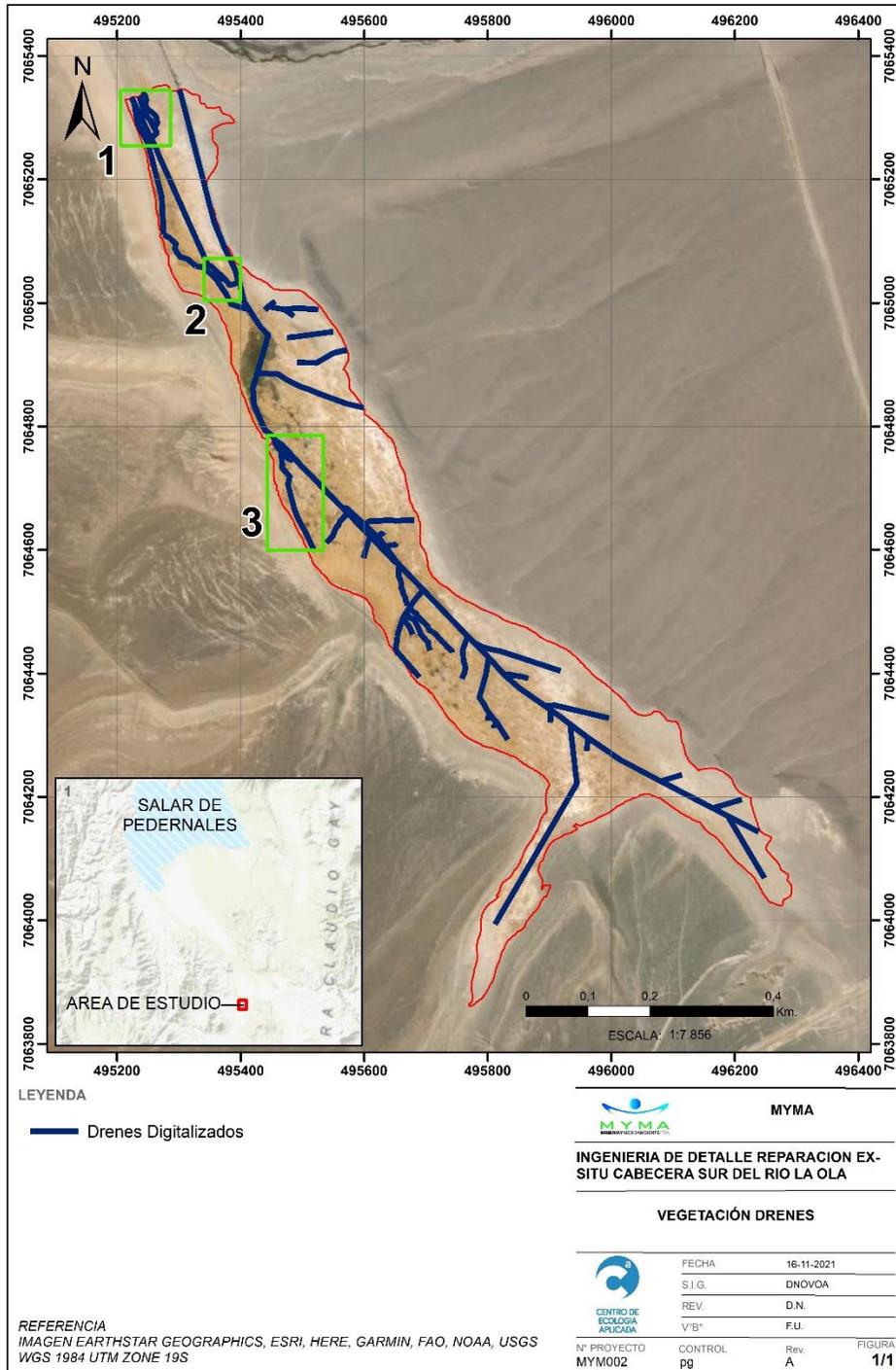


Figura 9. Áreas de drenes con presencia de vegetación al interior

2.1.11 Observación n° 11

En resumen falta información antes de implementar las obras y prioritario contar con una aproximación de la vegetación potencial considerando los vestigios de vegetación y el DEM corregido según la observación anterior y las características de sitio.

Respuesta:

Con relación a las observaciones indicadas, se complementa la información presentada con la identificación de los sectores de empréstito (Figuras 1 y 2 y Tabla 1), los cuales fueron visitados en terreno durante la última semana de septiembre de 2021. En esta visita también fue identificada la vegetación al interior de los drenes (Figura 9). Por otro lado, se anexa el DEM utilizado en el cálculo del volumen de suelo a utilizar para el relleno de drenes (Figura 6).

Como se mencionó anteriormente, en la medida RC-01 del Avenimiento se establece solo el relleno de drenes como objetivo, con el fin de devolver las características hidráulicas del suelo, sin establecer sitios testigos ni referencias al funcionamiento de la vega.

3. PRONUNCIAMIENTO DE LA DGA (DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS) SEGÚN ORD N° 354, DE 19 DE AGOSTO DE 2021.-

En el presente capítulo se da respuesta a las observaciones planteadas por la Dirección General de Aguas en el Oficio Ord N° 354 del 19 de agosto de 2021 al documento Informe de Avance Anual, Codelco División Salvador, junio 2021.

3.1 MEDIDA H-01: RESTABLECIMIENTO DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL DESDE RÍO LA OLA.

3.1.1 Observación n° 1

En la página 15 del informe, se indica que el caudal entregado aguas abajo del tranque La Ola será reportado anualmente a la Dirección General de Aguas y al Consejo de Defensa del Estado. Se precisa que este servicio espera que en dicho informe venga un detalle con el volumen total mensual medido por el flujómetro y el cálculo de conversión de este volumen a flujo promedio mensual.

Respuesta:

Se acoge la observación. En el informe anual, para los próximos períodos, se incorporará de manera destacada el volumen mensual totalizado medido por el flujómetro que se encuentra instalado y operativo, como así también se presentará el cálculo de conversión de este volumen total a flujo promedio mensual.

3.1.2 Observación n° 2

En la tablas 7 y 8 muestran los registros de abril y mayo 2021. La estructura de las tablas se muestra en Tabla 1.

Día	Fecha	Caudal promedio diario (l/s)	Caudal diario requerido (l/s)	% Diferencia caudal (l/s)	Caudal acumulado diario (m ³ /día)	Caudal acumulado diario requerido (m ³ /día)	% Diferencia Caudal acumulado (m ³ /día)
1	01.05.2021	32,6	30	8,8	2.819	2.592	8,8

Tabla 1: Estructuras de tablas 7 y 8 del Informe Junio 2021 Codelco

Al respecto, se comenta que las unidades de medida en las columnas 5 [% diferencia caudal (l/s)] y 8 [% diferencia caudal acumulado (m³/día)] no son l/s y m³/día, sino que son adimensionales, por ser porcentajes. Se solicita corregir.

Respuesta:

Se acoge la observación. La información contenida en la tabla 7 y tabla 8 del Informe Anual, Junio 2021 son cifras adimensionales. Se tendrá en cuenta la observación para próximas entregas de tal información.

3.1.3 Observación n° 3

Otra observación acerca de la forma de cálculo es que una determinación más práctica y precisa del caudal promedio diario debe considerar la fecha y la hora de cada momento de toma del dato diario, y así hacer la diferencia de volúmenes acumulados, dividida por el tiempo transcurrido entre ambas mediciones. De esta manera, se obtiene un cálculo preciso y sin cometer errores posibles por diferentes horas de lectura del flujómetro. Se sugiere adoptar dicha metodología.

Respuesta:

Se aclara que considerando que el flujómetro es del tipo totalizador, la medición se realiza todos los días a las 08:00 hr.; no obstante ello, se verifica el funcionamiento del flujómetro, diariamente a las 08:00, 13:00 y 18:00 hr, con su respectivo respaldo fotográfico. La diferencia de lecturas obtenidas a las 08:00 hr, entre un día con respecto a la del día anterior (caudal en litros), dividido por los segundos totales de un día (86.400 s) entrega el caudal pasante instantáneo diario en (l/s).

Sin perjuicio de lo anterior y en concordancia con la respuesta a la observación N° 5, en las conclusiones del Informe Anual se reportará el cumplimiento del compromiso expresado en [l/s], en términos de caudal mensual.

En los próximos informes se expondrá de manera más precisa lo anteriormente señalado.

3.1.4 Observación n° 4

Como la medida está relacionada con aumentar la cantidad de agua que entra al acuífero del Salar de Pedernales, se solicita al titular que, en el informe anual ya mencionado, muestre la evolución de los niveles freáticos de pozos relevantes, de tal manera de verificar con el transcurso del tiempo, la ocurrencia o no de una recuperación del nivel del acuífero.

Respuesta:

Se aclara que la medida no tiene una correlación estricta con el aumento de los niveles freáticos del acuífero conforme consta en la descripción de la medida H-01 (Restablecimiento de escorrentía superficial desde río La Ola). Sin perjuicio de ello, se indica que de acuerdo a lo comprometido en la medida H-03 (Complementación del PSAV del Proyecto Rajo Inca), en los informes anuales se incorporarán los reportes de niveles freáticos con frecuencia anual, incluyendo base de datos en Excel con valores mensuales.

3.1.5 Observación n° 5

En sección Conclusión, en página 19, el titular muestra en tablas 9, 10, 11 y 12 su cumplimiento en términos de Caudal en (l/s) y Volumen acumulado en (m³). Al respecto, no se entiende el sentido de reportar de esa forma, por cuanto el volumen acumulado en m³ se calcula en base mensual, es decir m³/mes, lo cual es una unidad de medida de caudal, equivalente a l/s según factor de conversión.

Respuesta:

Se acoge observación. En el Informe Anual para los próximos períodos, sólo se reportará en la sección conclusión el cumplimiento en términos de caudal expresado en [l/s].

3.2 MEDIDA H-02: CIERRE DEL DREN AGUA HELADA.

3.2.1 Observación n° 6

El Anexo 5 consiste en el Informe Técnico de Alternativas de Sellado Dren Agua Helada, elaborado por Arcadis, teniéndose la siguiente observación:

En la Introducción y en el numeral “6 Consideraciones Generales de Sellado”, se indica que el estudio de alternativas se efectuó para reducir la salida de agua del dren a menos de un 10% de los caudales actuales. Se recuerda al titular que su compromiso ante el Consejo de Defensa del Estado es el cierre del dren Agua Helada, por lo que el diseño y ejecución de la obra debe ser tal, es decir, el cierre total del dren, reduciendo el 100% del caudal que aflora actualmente.

Respuesta:

Se aclara que el compromiso establecido en el Avenimiento y Transacción con el Consejo de Defensa del Estado, posteriormente aprobado por el Tribunal Ambiental, consiste en ejecutar una obra de sellado del Dren Agua Helada con un nivel de eficiencia de al menos 90% respecto de la línea de base levantada a partir del año 2021. Por esta razón, la ingeniería de perfil desarrollada durante los meses de febrero y marzo 2021 considera este nivel mínimo de eficiencia aceptable para la opción de cierre definida para el dren.

La eficiencia de la alternativa de cierre seleccionada en la Ingeniería de Perfil, se determinó a partir de simulaciones numéricas de flujo a través del dren y de los gradientes hidráulicos generados en el macizo que lo rodea, producto del sellado en la salida del dren, obteniéndose eficiencias siempre superiores al 90%, según el compromiso del Avenimiento. Estos modelos y

su interacción con el medio serán abordados con mayor profundidad en la siguiente etapa de desarrollo, correspondiente a la ingeniería de detalles.

3.2.2 Observación n° 7

El Anexo 5 consiste en el Informe Técnico de Alternativas de Sellado Dren Agua Helada, elaborado por Arcadis, teniéndose la siguiente observación:

Esta diferencia de criterio, hace que el informe concluya que la alternativa más eficiente es una que reduce el 98% del caudal. Sin embargo, se insiste que el compromiso es cerrar el dren de agua helada, lo cual requiere un 100% de efectividad

Respuesta:

Tal como se indicó en respuesta a la observación anterior, el compromiso adquirido en el Avenimiento y Transacción con el Consejo de Defensa del Estado, posteriormente aprobado por el Tribunal Ambiental, es alcanzar al menos un 90% de eficiencia en la reducción del caudal que fluya por el DAH con la obra de sellado del mismo con respecto de la línea de base que se levanta durante el año 2021.

En este caso particular, la solución de ingeniería propuesta nos permite acercarnos al 100% de efectividad, sin perjuicio que el compromiso del Avenimiento no exige tal nivel de eficiencia.