# O.A. 46.97 ASOCIADA AL CANAL LOS MARMOLES

**ARTÍCULO 156.- Permiso para efectuar modificaciones de cauce.**
**El permiso para efectuar modificaciones de cauce, será el establecido en el artículo 41 e inciso 1º del artículo 171 del Decreto con Fuerza de Ley Nº 1.122, de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas, siempre que no se trate de obras de regularización o defensa de cauces naturales. El requisito para su otorgamiento consiste en no afectar la vida o salud de los habitantes, mediante la no contaminación de las aguas.**

Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse para acreditar su cumplimiento son los siguientes:

**a) Descripción del lugar de emplazamiento de la obra**

El proyecto ferroviario se encuentra enmarcado en un recorrido de 61 km dentro de la Región Metropolitana, en las provincias de Santiago, Talagante y Melipilla, y entre las Comunas de Estación Central, Cerrillos, Maipú, Padre Hurtado, Peñaflor, Talagante, El Monte y Melipilla.

La obra de arte definida en el PK. 46+970, corresponde a una obra de cruce del canal Los Mármoles, bajo la faja de la línea férrea.

Como referencia, esta obra de cruce queda emplazada a 140 metros al Oeste del cruce de la Autopista del Sol con la vía Férrea, en la comuna de El Monte, provincia de Talagante.

Las coordenadas UTM en Datum WGS 84, Huso 19, referenciales de ubicación de la obra corresponden a las siguientes:

**Tabla 1 Coordenadas de ubicación de la obra**

| OA 46.97 CANAL LOS MARMOLES | DATUM WGS 84 | |
|---|---|---|
| | Norte (N) | Este (E) |
| CRUCE PK. 46+970 | 6.270.553 | 308.798 |

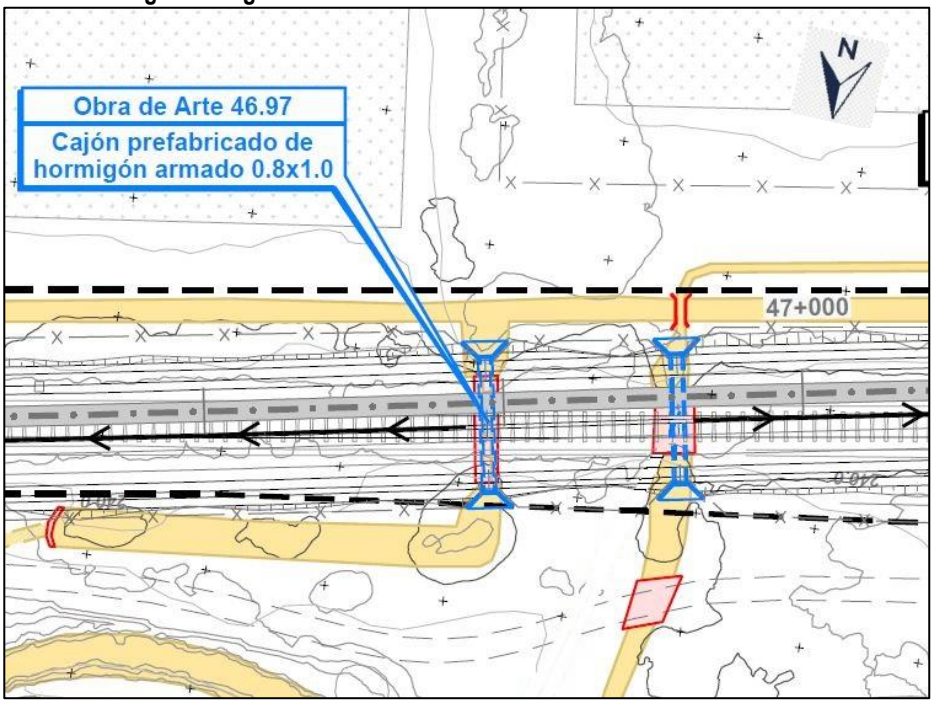
Este acueducto, se encuentra bajo la jurisdicción administrativa de la Asociación Canal Los Mármoles, y portea un caudal máximo de 0,61 $m^3$/seg.

**Figura 1 Lugar de atravieso Línea Férrea con Canal Los Mármoles**




Fuente: MEV Ingeniería, 2018

**Figura 2 Lugar de atravieso Línea Férrea con Canal Los Mármoles**




Fuente: Anexo 5-PAS-1 de la Adenda N°1 EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

Para mayor detalle en el Apéndice 1 se presenta el plano de ubicación general del proyecto, donde se muestran los principales componentes.

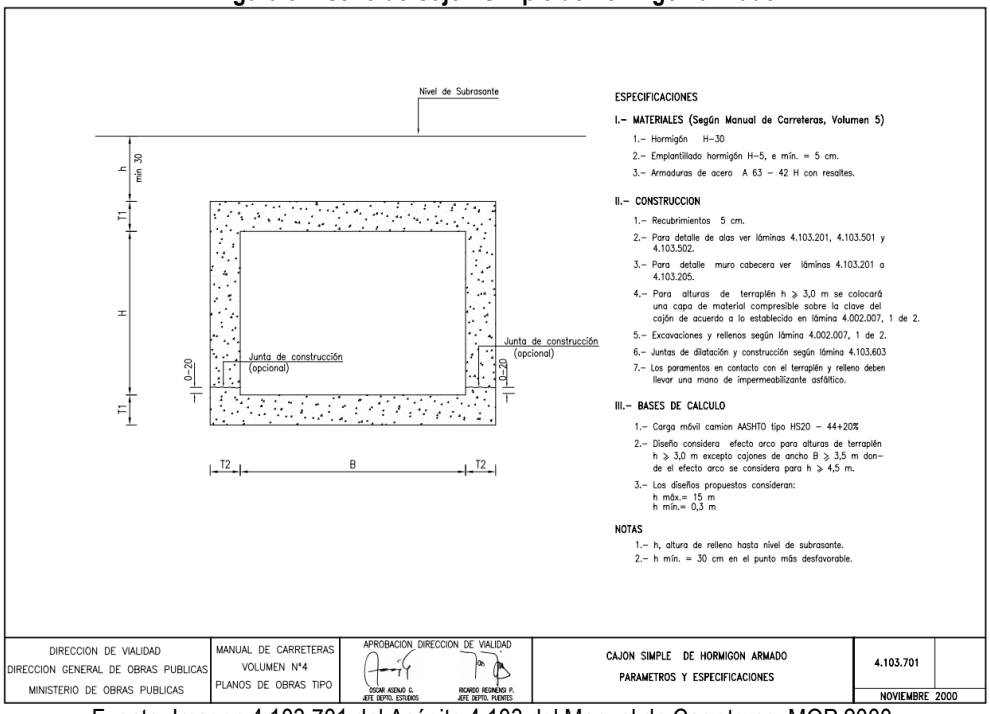
## b) Descripción de la obra y sus fases

La Obra de arte denominada "Cruce canal Los Mármoles", tal como su nombre lo indica, consiste en la construcción de un cajón rectangular simple de hormigón armado, tipo Manual de Carretera MOP 2000, de dimensiones 0,8 metros de base por 1,0 metros de altura, en una longitud de 11,11 metros.

Este tipo de obra (Cajón rectangular simple de hormigón armado) tiene por objeto darle continuidad al cauce artificial denominado Canal Los Mármoles.

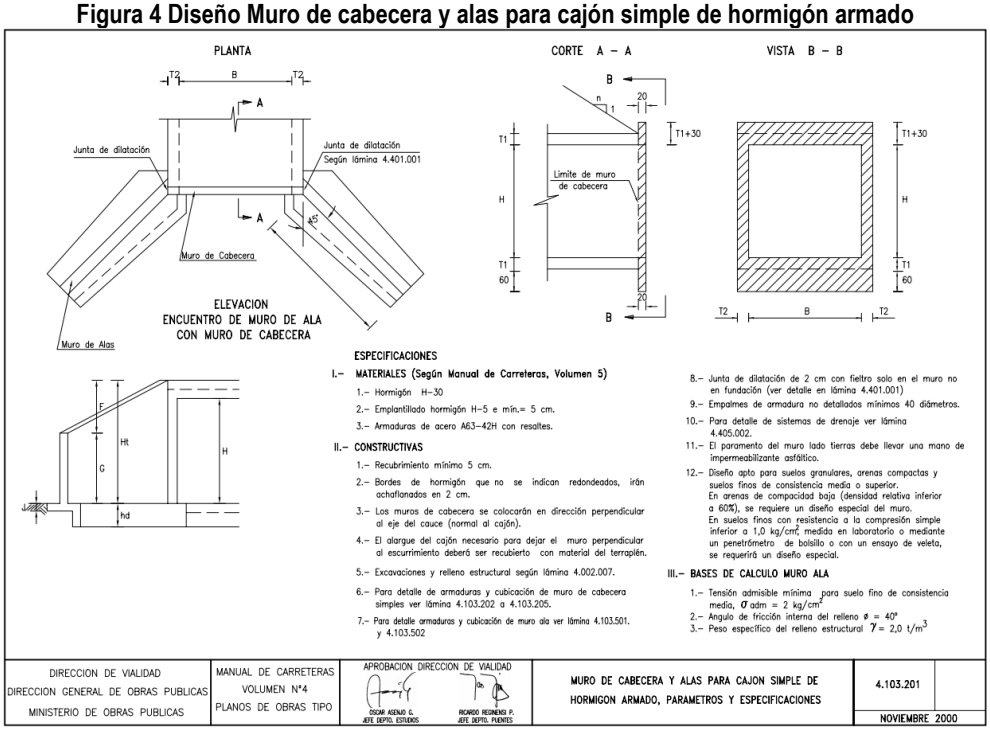
Por tanto, el cajón, consiste en una obra sólida de hormigón con un sistema de muros alas, a la entrada y salida del mismo que impide que las aguas puedan afectar la línea férrea, tal como se describe en el Manual de Carreteras en su acápite 4.103 y que se muestran en las siguientes imágenes:

**Figura 3 Diseño de Cajón Simple de hormigón armado**




Fuente: Imagen 4.103.701 del Acápite 4.103 del Manual de Carreteras, MOP 2000.

**Figura 4 Diseño Muro de cabecera y alas para cajón simple de hormigón armado**



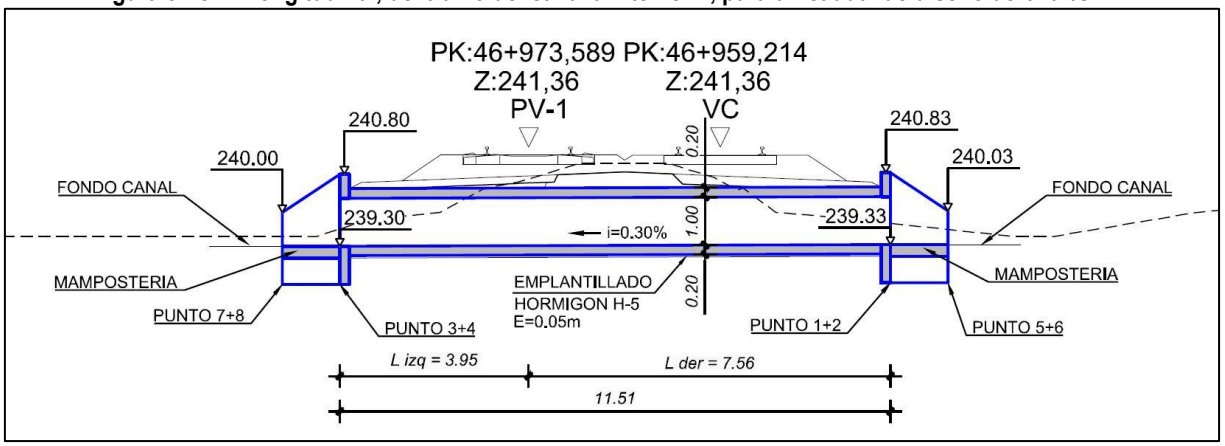

Fuente: Imagen 4.103.201 del Acápite 4.103 del Manual de Carreteras, MOP 2000.

En las imágenes anteriores, se muestra el detalle del diseño de construcción del cajón simple de hormigón y de los muros de cabecera, antes indicados.

El análisis hidráulico, demuestra que, para el caudal de porteo, la obra proyectada no debería de tener inconvenientes para portear el caudal de diseño.

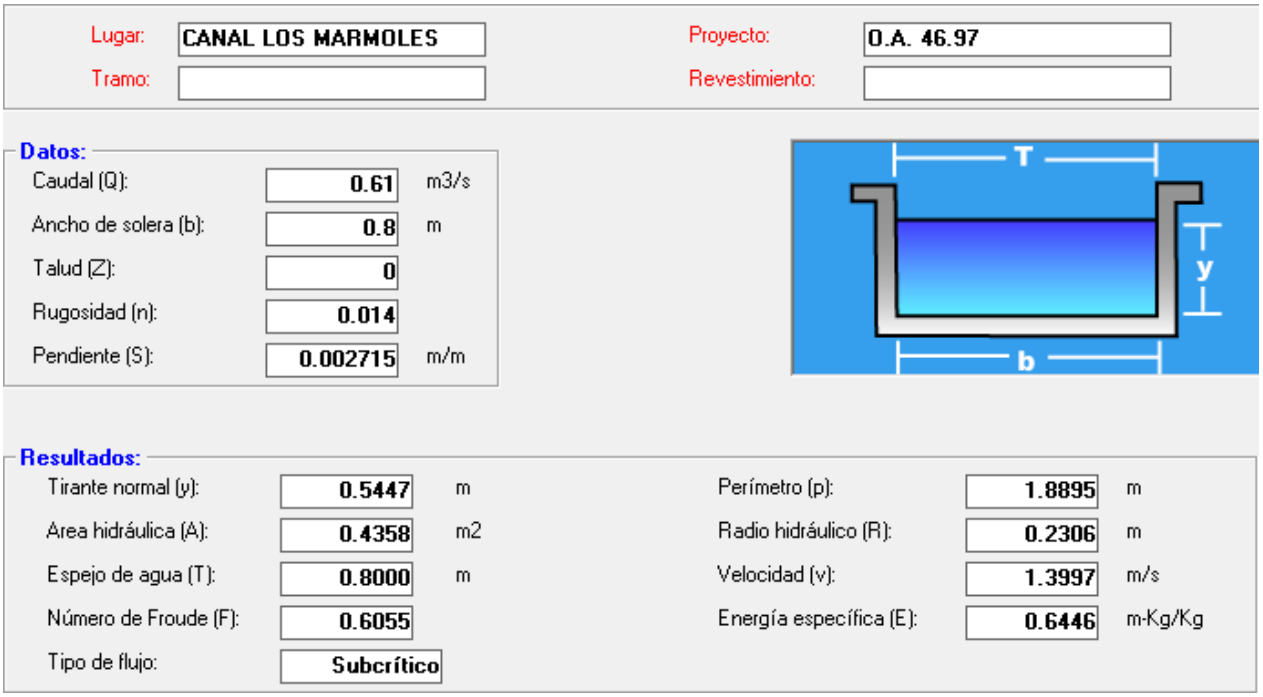
A continuación, se adjunta el perfil longitudinal e hidráulico, del tramo del canal, además de la validación de la obra de cruce.

**Figura 5 Perfil Longitudinal, del tramo del canal a intervenir, para un caudal de diseño de 610 l/s**



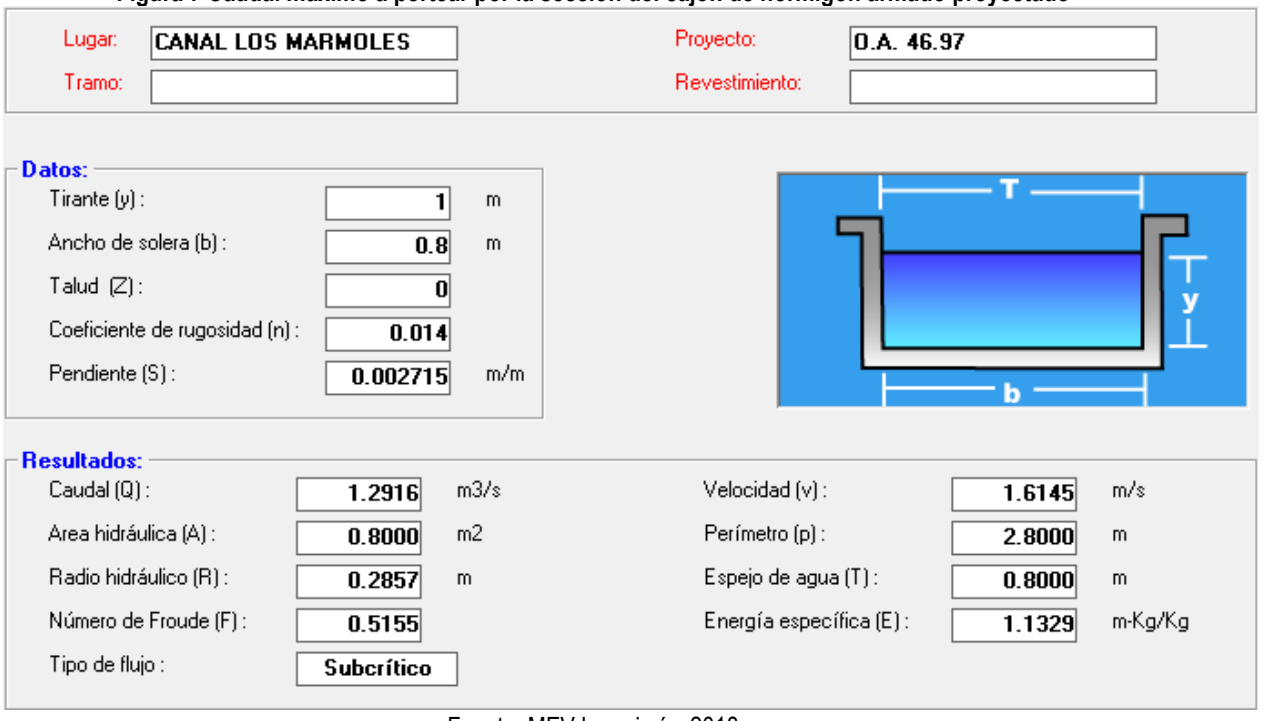

Fuente: MEV Ingeniería, 2018

**Figura 6 Altura de escurrimiento normal para el cajón de hormigón armado proyectado, para un caudal de diseño de 610 l/s**




Fuente: MEV Ingeniería, 2018

**Figura 7 Caudal máximo a portear por la sección del cajón de hormigón armado proyectado**




Fuente: MEV Ingeniería, 2018

Como puede observarse, la obra de cruce propuesta, satisface la condición hídrica establecida por acciones de derecho de aprovechamiento de agua, y además supera ampliamente el caudal a portear.

La obra se construirá de la forma en que se señala en el Manual de Carreteras, pues se trata de obras validadas y que cumplen con los estándares exigidos por el Ministerio de Obras Públicas.

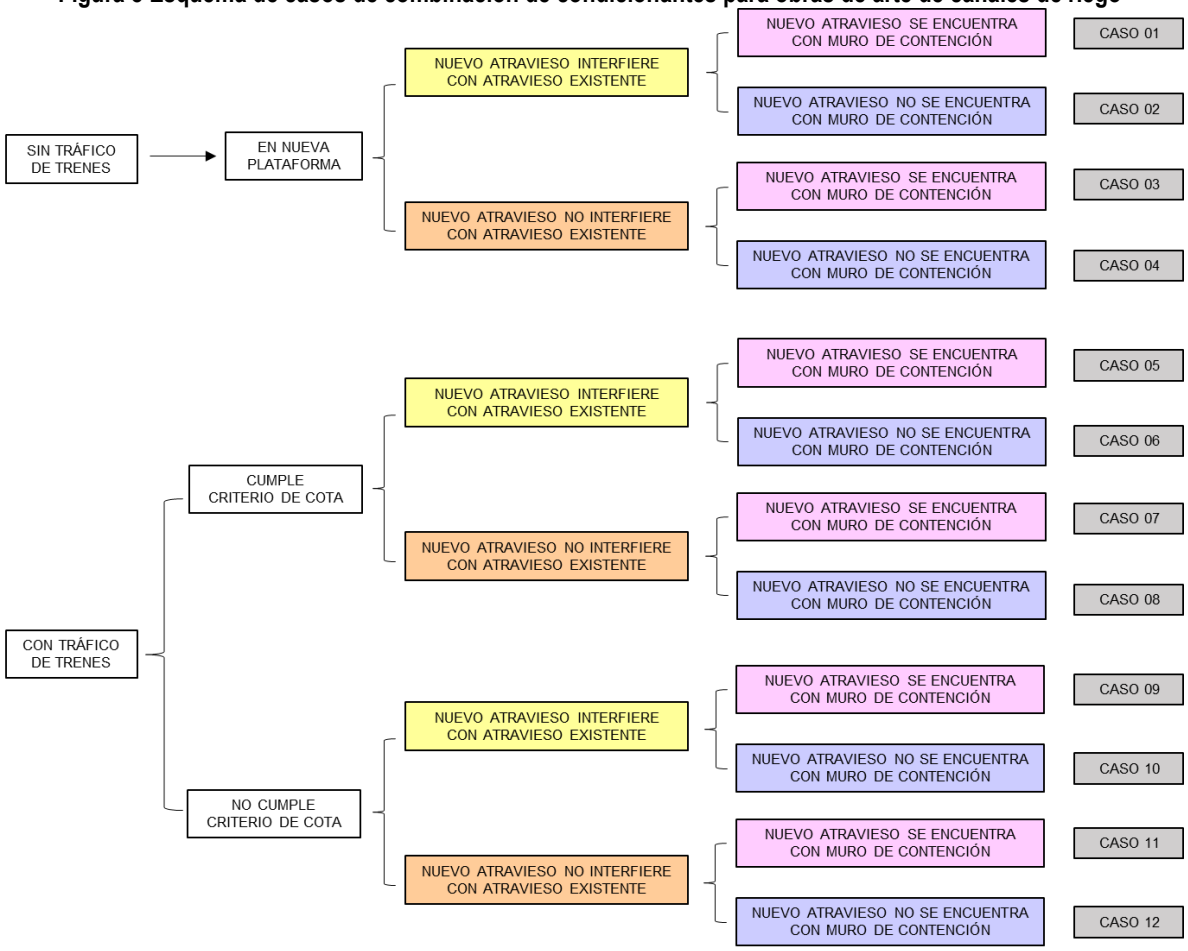
### c) Estimación de los plazos y periodos de construcción de las obras

La construcción del cajón simple de hormigón armado, se construirá como una obra anexa a la construcción del proyecto Ferroviario, pero a su vez corresponde a un proyecto independiente, por cuanto su construcción se realiza en forma paralela a las demás obras civiles y se puede acceder a su lugar de construcción a través de las huellas (caminos interiores prediales) existentes en la zona.

No obstante, lo anterior, se estima que la construcción misma del cajón, no debiese tomar más de 76 días en su materialización final, considerando que existen tiempos de estabilización del terreno, fraguado de hormigón, etc. que obligan a que la obra no se encuentre completamente construida en poco tiempo.

Para cada una de las obras de arte de canales de riego del proyecto general existe un caso de combinación entre varias condicionantes y sus correspondientes soluciones, por lo cual se establece una secuencia de fases o etapas en el proceso constructivo. Estos casos de combinación se enumeran en el esquema presentado en la siguiente figura.

**Figura 8 Esquema de casos de combinación de condicionantes para obras de arte de canales de riego**



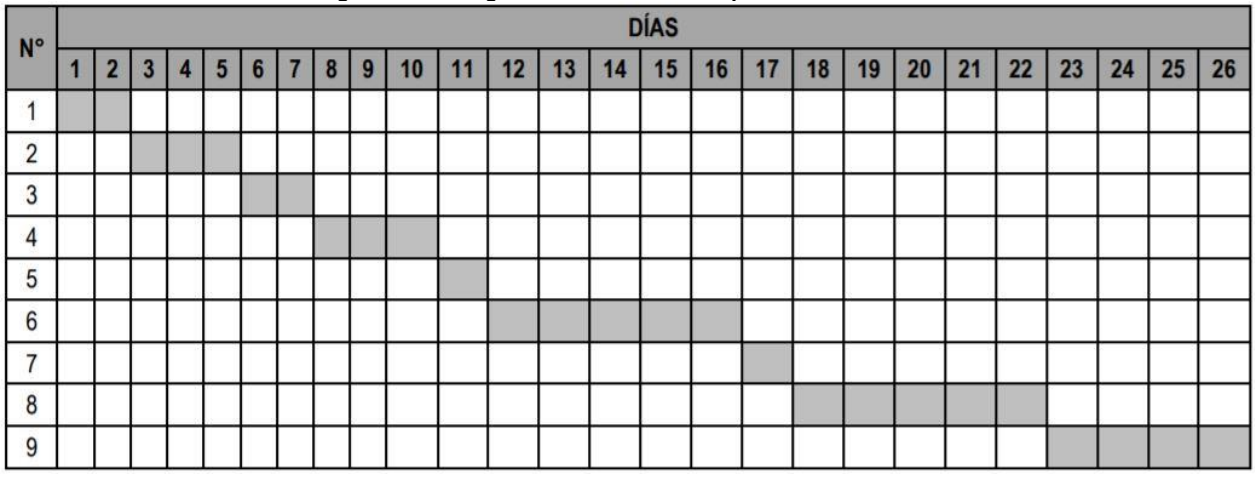

Fuente: Anexo 5-PAS-1 de la Adenda Nº1 EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

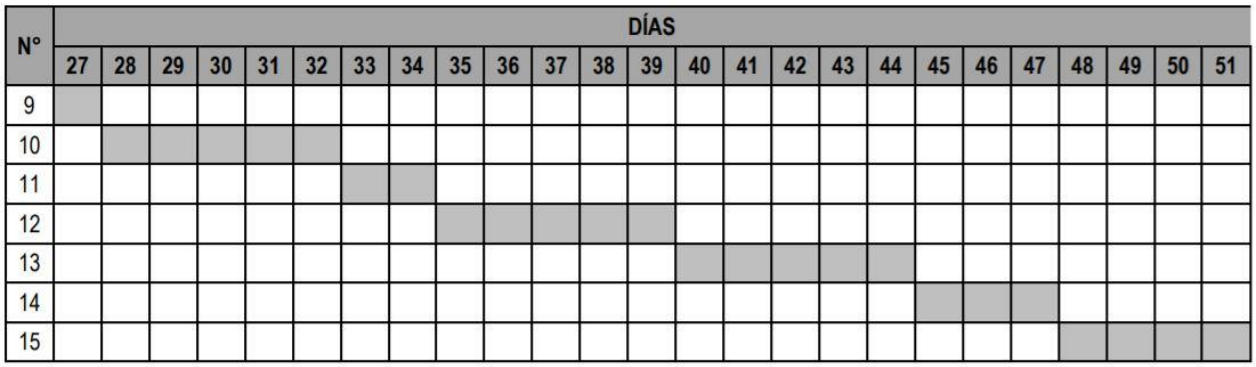
Considerando el esquema de la imagen 8 esta Obra de Arte correspondería a un tipo Caso 10, y por tanto su plazo de construcción sería el siguiente.

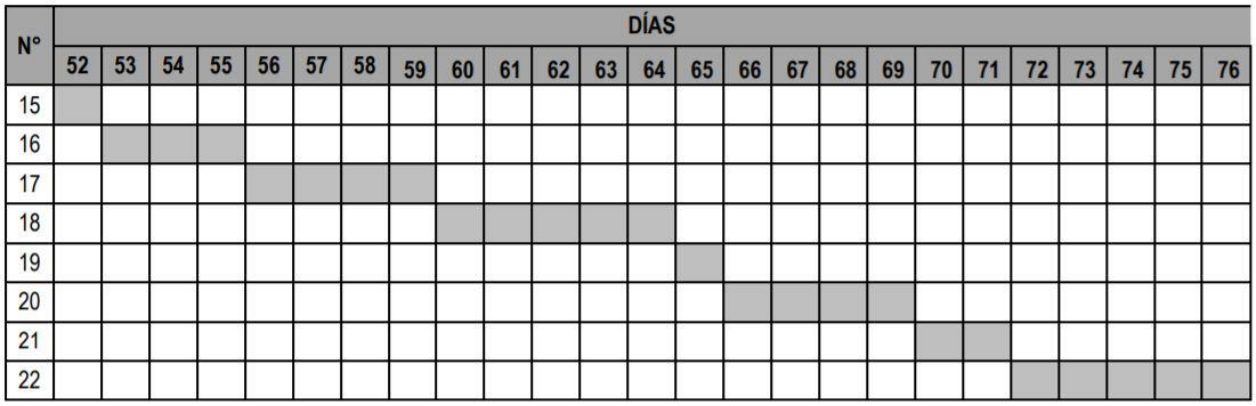
**Figura 9 Programación de trabajos para construcción de Obras de Arte correspondientes al Caso 10**

| N° | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| 1 | Despeje de área de desvío |
| 2 | Excavación para canal provisorio de desvío |
| 3 | Colocación tubería HDPE según diámetro indicado en informe |
| 4 | Relleno sobre tubería (estabilidad de taludes) |
| 5 | Instalación de sacos de arena (protección transición entre tubo y canal en tierra) |
| 6 | Instalación de paquete de rieles sobre canal provisorio de desvío |
| 7 | Desvío de aguas por canal provisorio y deshabilitación de la OA original |
| 8 | Demolición parcial de OA existente (sin demoler tramo bajo vía operativa) |
| 9 | Colocación de pantallas de micropilotes para contención de tierras de vía operativa) |
| 10 | Construcción de nueva OA (tramo en sector de vía nueva) |
| 11 | Retiro de micropilotes para montaje de nueva vía |
| 12 | Instalación de paquete de rieles sobre canal provisorio de desvío (nueva vía) |
| 13 | Montaje nueva vía con cotas de proyecto sobre obra nueva completa |
| 14 | Puesta en operación de nueva vía |
| 15 | Retiro de paquete de rieles sobre canal de desvío provisorio (sector de vía original) |
| 16 | Retiro de la vía en sector a intervenir |
| 17 | Demolición de OA existente |
| 18 | Construcción de nueva OA (tramo en sector de vía original) |
| 19 | Desvío de aguas hacia OA definitiva |
| 20 | Demolición de canal provisorio de desvío y retiro de tubería |
| 21 | Relleno de Hormigón H-5 con bolón desplazante al 20% |
| 22 | Restitución de plataforma ferroviaria |

**Figura 10 Cronograma de construcción para caso 10**






Fuente: Anexo 5-PAS-1 de la Adenda Nº1 EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

**d) Medidas tendientes a minimizar los efectos sobre la calidad de las aguas, aguas abajo del lugar de construcción de las obras**

A continuación se indican las medidas a adoptar para no generar efectos en la calidad de las aguas:

- Toda intervención de canales se realizará cautelando la calidad y disponibilidad del recurso.
- Toda construcción de las obras nuevas, que incluyen suspensión de flujo estará sujeta a coordinación con los representantes de Asociaciones de Canalistas, Comunidades de Riego; entre otros.
- Se habilitarán canales by-pass temporales para aquellos canales que se encuentren en funcionamiento, permitiendo el flujo mientras se encuentra intervenida la obra sin alterar la calidad de las aguas, aguas abajo de dichas obras.
- Las demoliciones de los canales existentes, sólo se realizarán una vez construidas completamente las nuevas obras, sin interrumpir el servicio a los canalistas y sin alterar la calidad de las aguas.
- Estará prohibido verter residuos industriales provenientes de materiales de construcción en los canales existentes, respetando una distancia suficiente a sus márgenes.
- Estará prohibido verter residuos industriales provenientes de materiales de construcción en las nuevas obras.
- Se establecerán zonas restringidas para el lavado de materiales, por ejemplo, de cubetas de hormigón, alejadas de las proximidades de los cauces artificiales (canales existentes).

## e) Plan de seguimiento de la calidad de las aguas durante la fase de construcción

De acuerdo a lo solicitado en la consulta 5.8 d) del ICSARA Complementario, se efectuará un monitoreo antes de iniciar la construcción de esta obra y un monitoreo al finalizar su construcción. Este monitoreo tiene por objetivo analizar el comportamiento de la calidad de las aguas, es decir, que las condiciones basales (situación sin proyecto) no sea alterada producto del desarrollo de las obras y mantenga sus condiciones de calidad al término de la construcción de la obra (situación con proyecto).

### e.1. Parámetros de Monitoreo

Los parámetros a monitorear corresponden a los parámetros establecidos en la Tabla 3 NCh 1.333/78 "Requisitos de calidad del agua para diferentes usos" y sus modificaciones, los cuales se presentan a continuación:

**Tabla 3 Parámetros a monitorear y límites máximos establecidos en la NCh 1.333/78**

| Elemento | | Unidad | Límite máximo |
|---|---|---|---|
| Aluminio | (Al) | mg/l | 5 |
| Arsénico | (As) | mg/l | 0,10 |
| Bario | (Ba) | mg/l | 4,00 |
| Berilio | (Be) | mg/l | 0,10 |
| Boro | (B) | mg/l | 0,75 |
| Cadmio | (Cd) | mg/l | 0,010 |
| Cianuro | (CN-) | mg/l | 0,2 |
| Cloruro | (Cl-) | mg/l | 200,00 |
| Cobalto | (Co) | mg/l | 0,050 |
| Cobre | (Cu) | mg/l | 0,20 |
| Cromo | (Cr) | mg/l | 0,10 |
| Fluoruro | (F-) | mg/l | 1,00 |
| Hierro | (Fe) | mg/l | 5,00 |
| Litio | (Li) | mg/l | 2.50 |
| Litio (críticos) | (Li) | mg/l | 0,075 |
| Manganeso | (Mn) | mg/l | 0,20 |
| Mercurio | (Hg) | mg/l | 0,001 |
| Molibdeno | (Mo) | mg/l | 0,001 |
| Níquel | (Ni) | mg/l | 0,20 |
| Plata | (Ag) | mg/l | 0,20 |
| Plomo | (Pb) | mg/l | 5,00 |
| Selenio | (Se) | mg/l | 0,020 |
| Sodio porcentual | (Na) | % | 35,00 |
| Sulfato | ($SO_4^{-2}$) | mg/l | 250,00 |
| Vanadio | (V) | mg/l | 0,10 |
| Zinc | (Zn) | mg/l | 2,00 |

### e.2. Puntos de Medición

Los puntos de medición deben ser 30 metros aguas arriba de la obra y 30 metros aguas abajo de la misma. Por lo anterior, las coordenadas UTM (en Datum WGS 84) referenciales de los dos (2) puntos de monitoreo corresponden a las siguientes

**Tabla 4 Puntos de medición o monitoreo**

| OA 46.97 CANAL LOS MARMOLES | DATUM WGS 84 | |
|---|---|---|
| | Norte (N) | Este (E) |
| PUNTO MEDICIÓN AGUAS ARRIBA | 6.270.568 | 308.822 |
| PUNTO MEDICIÓN AGUAS ABAJO | 6.270.547 | 308.799 |

### e.3. Frecuencia de Medición

El proceso será llevado a cabo dos veces, un monitoreo antes de iniciar la construcción de esta obra y un monitoreo al finalizar su construcción. Además, se contempla el envío de informes de los monitoreos realizados a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).