PUENTE MENOR Y CANALIZACIÓN DE CANAL EL PAICO.

ARTÍCULO 155.- El permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas, será el establecido en el artículo 294 del Decreto con Fuerza de Ley Nº 1.122, de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas.
El requisito para su otorgamiento consiste en no producir contaminación de las aguas.

CRITERIO: El presente cauce artificial portea más de 2 m^3/s., por tanto corresponde a un cauce de los mencionados en la letra b) del artículo 294 del Código de Aguas, ergo le es aplicable el PAS 155 del RSEIA.

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

a) Descripción 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.

El Canal "El Paico" es administrado por la Asociación Canal El Paico. Para este canal, el proyecto contempla dos obras, correspondientes a un puente menor en el PK 35+015 y una canalización del canal entre los PK 35+380 y 35+480 de la faja vía actual.

En la zona afectada por el proyecto, el canal cruza la vía férrea mediante un puente menor existente, las vías del ferrocarril en dirección Norte - Sur, por medio de una estructura de hormigón armado y vigas de acero de tipo losa o puente menor. Ésta será complementada por otra, que permita la construcción de una segunda vía de ferrocarril sobre ella y que tiene dimensiones de 5,3 metros de ancho, con 1,5 metros de altura y una longitud aproximada de 25 metros.

Por otro lado, las obras de ampliación de la plataforma se superponen con un tramo del canal existente por lo que se requiere la modificación del cauce entre los PK 35+380 y PK 35+480. La nueva canalización será revestida de hormigón con una sección transversal de 2,5 X 1,5 metros y una longitud de 110 metros.

Las coordenadas UTM asociadas al Datum WGS 84, Huso 19 S, referenciales de ubicación de las obras, corresponden a:

Tabla 1 Coordenadas de ubicación de la obra Canal El Paico

Puente Menor El Paico (O.A. 35.015)	DATUM WGS 84	
	Norte (N)	Este (E)
Pk. 35+015	6.273.833	320.110

Inicio Canalización El Paico	DATUM WGS 84	
	Norte (N)	Este (E)
PK. 35 + 380	6.273.808	319.726

Fin Canalización El Paico	DATUM WGS 84	
	Norte (N)	Este (E)
PK. 35 + 480	6.273.784	319.640

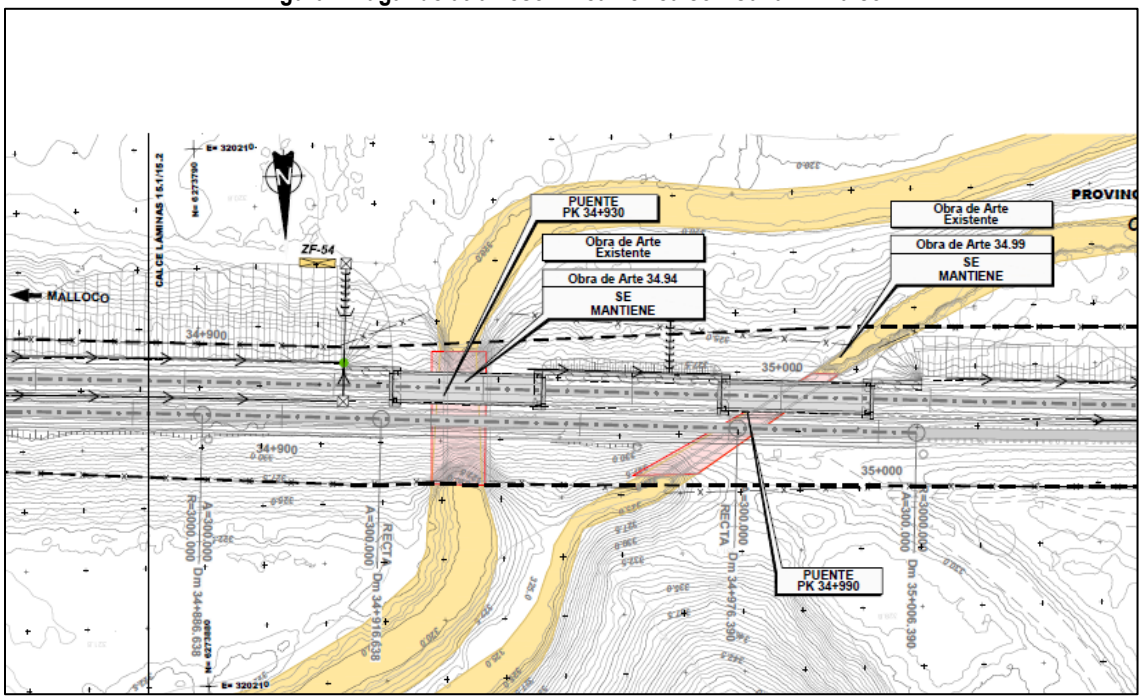
El caudal que portea el Canal El Paico corresponde a **2 m^3/s.**

Figura 1 Puente Menor y Canalización de Canal El Paico



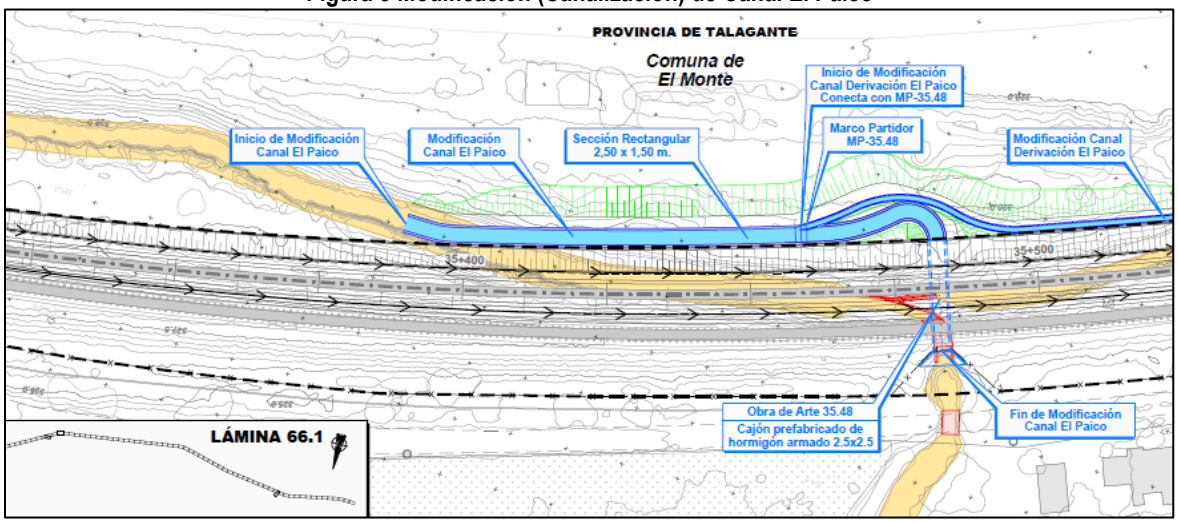
Fuente: MEV Ingeniería, 2018

Figura 2 Lugar de atravieso Línea Férrea con Canal El Paico



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

Figura 3 Modificación (Canalización) de Canal El Paico



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

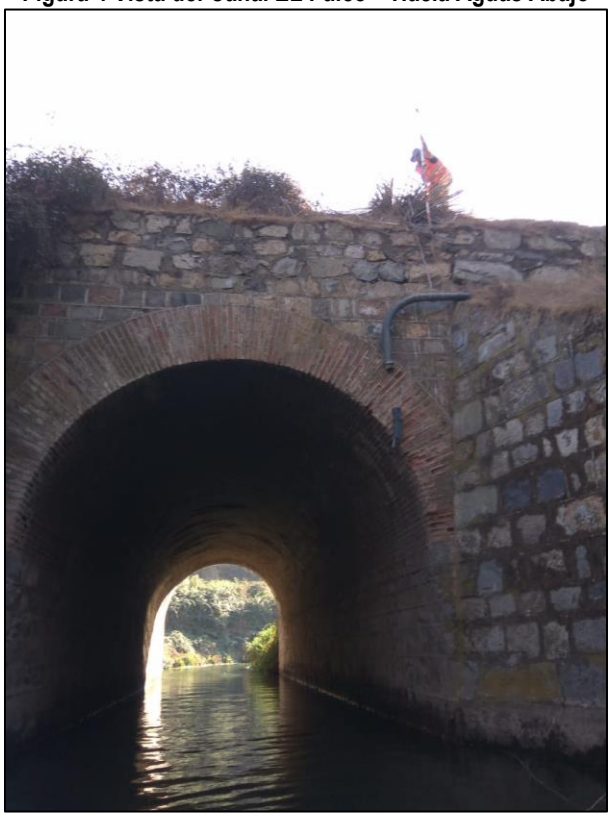
Para mayor detalle en el Apéndice 1 Planos y Perfiles Topográficos se presenta el plano de ubicación general de las obras a realizar en este canal, donde se muestran los principales componentes del proyecto.

- Descripción general del cauce 100 metros antes y después de la zona de proyecto

Con respecto al cauce del canal en la vecindad de las zonas de proyecto, se puede inferir que este tiene características bastante homogéneas y sin diferencias notables tanto en geometría como en vegetación y estado del canal.

En general el cauce es de un ancho de 5 metros, con baja profundidad no superior a 1,5 metros en promedio y con poca vegetación, con pastizales en las riberas y árboles de baja altura. A continuación, se presenta una imagen con esta zona.

Figura 4 Vista del Canal EL Paico – Hacia Aguas Abajo



Fuente: Elaboración Propia

- Fases de construcción de la obra

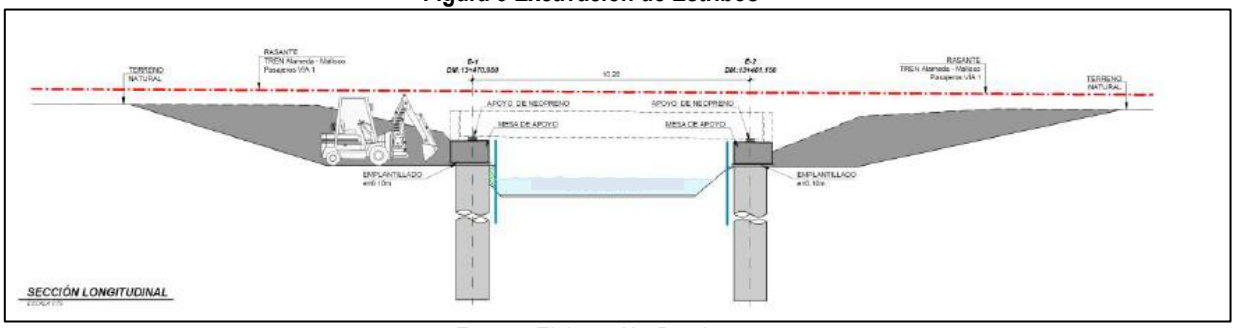
A continuación, se describen las fases y etapas requeridas para ejecutar la modificación del canal en armonía con las demás obras que componen el proyecto.

ETAPA 1

Como primera parte se construyen los pilotes que componen la zona inferior de los estribos, para luego llevar a cabo la excavación hasta la cota inferior de la mesa de apoyo y el descabezado de los pilotes. Así, se puede proceder al emplantillado, moldaje, hormigonado y vaciado de hormigón de la mesa de apoyo (a excepción de los espaldares, que se construirán una vez que se han ejecutado los tableros).

También en esta etapa se considera el moldaje y ejecución del mortero de nivelación para la colocación y el anclaje de los apoyos de neopreno, de los topes y barras antisísmicas. Éstos se han diseñado de modo que las soldaduras a realizar en obra se puedan ejecutar sin problemas en los espacios disponibles.

Figura 5 Excavación de Estribos

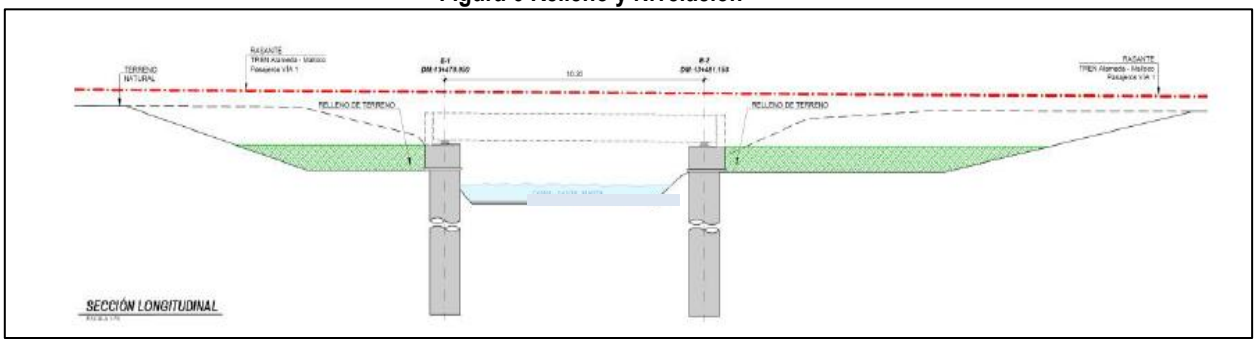


Fuente: Elaboración Propia.

ETAPA 2

Una vez construida la mesa de apoyo, se realiza el relleno y nivelación del terreno hasta la cota superior de la misma. Se puede comenzar con el moldaje contra el terreno, armado y hormigonado de los tableros. A la vez, se puede retirar la protección de tablestacas.

Figura 6 Relleno y Nivelación

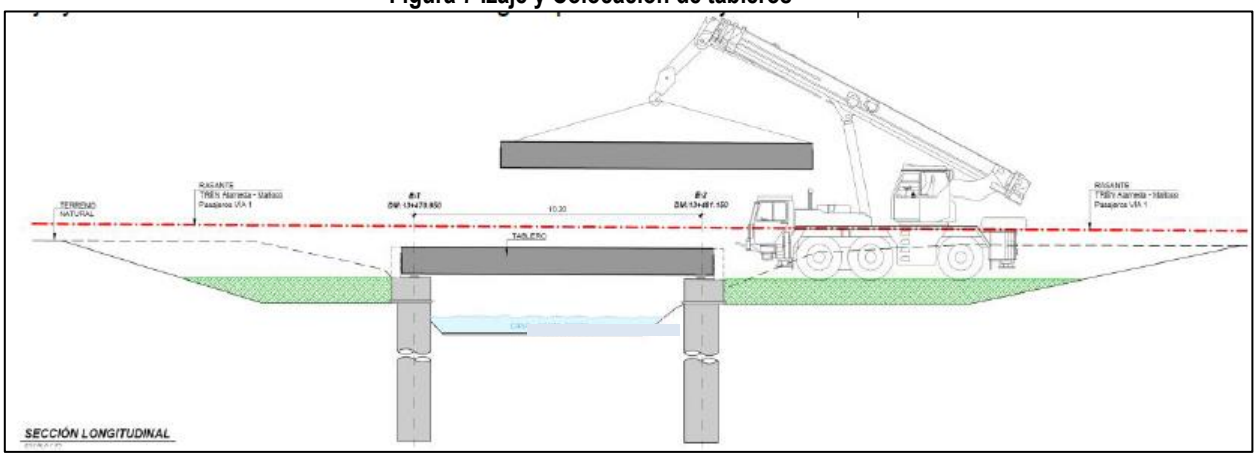


Fuente: Elaboración Propia.

ETAPA 3

En esta etapa, y con los tableros del puente ya fraguado, se llevará a cabo el izaje y colocación de los mismos mediante grúa para un tonelaje de 150 T.

Figura 7 Izaje y Colocación de tableros



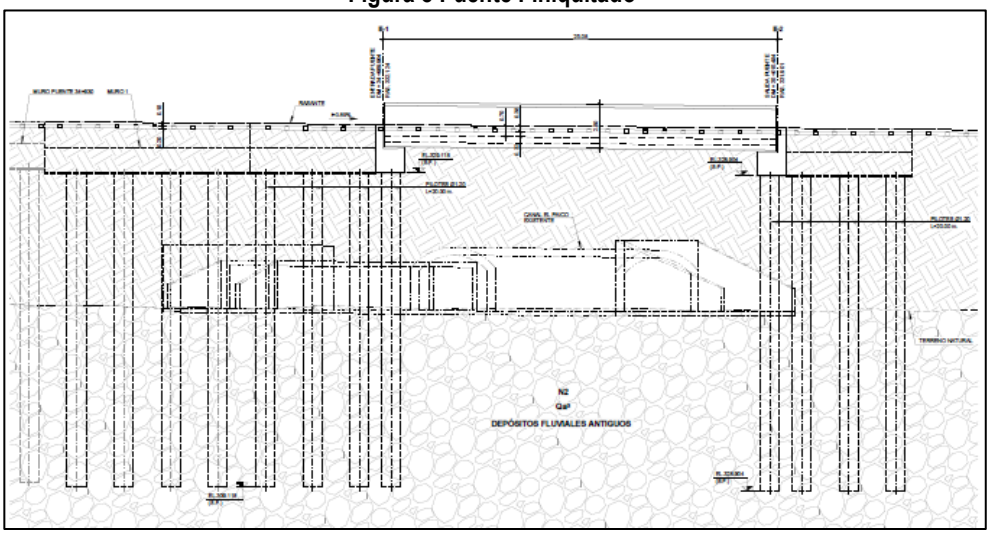
Fuente: Elaboración Propia.

ETAPA 4

A continuación, y con el tablero posicionado su situación definitiva, se ejecutan los espaldares del muro (moldaje, armado y vaciado de hormigón) y las conexiones con el tablero. Hecho esto, se rellena y nivela de nuevo el terreno hasta la cota superior del tablero.

Finalmente, se procederá a completar las obras, limpieza y acabados del nuevo puente y los elementos de circulación ferroviaria, en conjunto con la obra general.

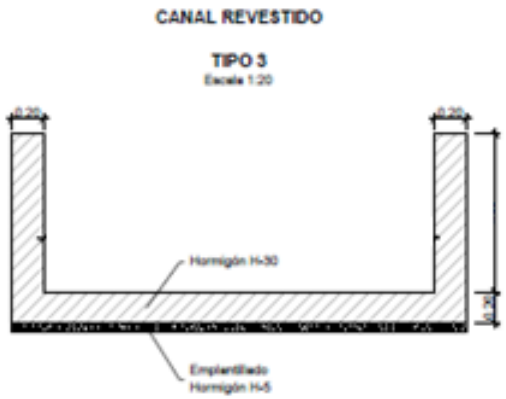
Figura 8 Puente Finiquitado



Fuente: Elaboración Propia.

Las obras de canalización a realizar a lo largo del tramo intervenido corresponden a un canal revestido de 2,5 metros de ancho por 1,5 metros de alto, el cual se presenta a continuación en la siguiente figura:

Figura 9 Diseño de Canal Revestido



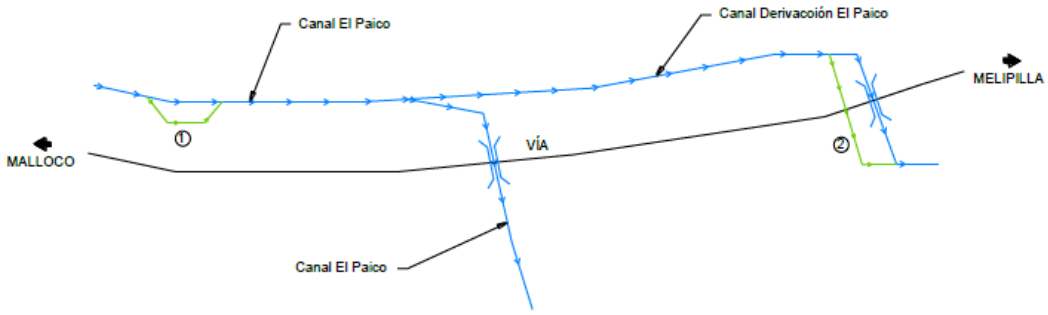
Fuente: Elaboración Propia

El procedimiento de construcción respectivo a la canalización se presenta a continuación.

FASE 1:

Construcción de desvíos provisorios. Se ejecutará un desvío provisorio en el punto donde se inicia la modificación del canal El Paico ①, que consistirá en un tubo de 1200 mm. A su vez, se ejecutará el desvío provisorio proyectado para la OA-35.60 ②.

Figura 10 Fase 1: Canalización de El Paico



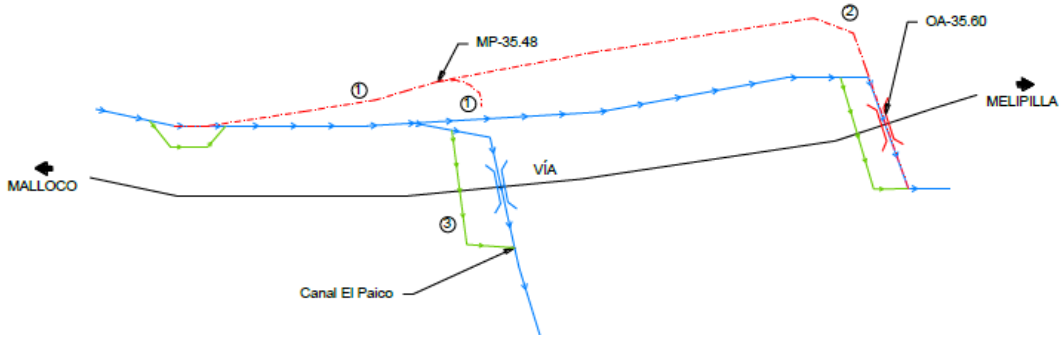
Fuente: Elaboración Propia.

FASE 2:

Una vez habilitados los desvíos provisorios de la fase anterior, se procede a ejecutar las siguientes tareas:

- ① Construcción de Canal El Paico desde el Dm 0+000 hasta el Dm 0+095, incluyendo el MP-35.48.
- ② Construcción de canal Derivación El Paico y OA-38.60, quedando esa parte de las obras completa y lista para ser usada.
- ③ Construcción de desvío provisorio que permitirá construcción de OA-35.48.

Figura 11 Fase 2: Canalización de El Paico



Fuente: Elaboración Propia.

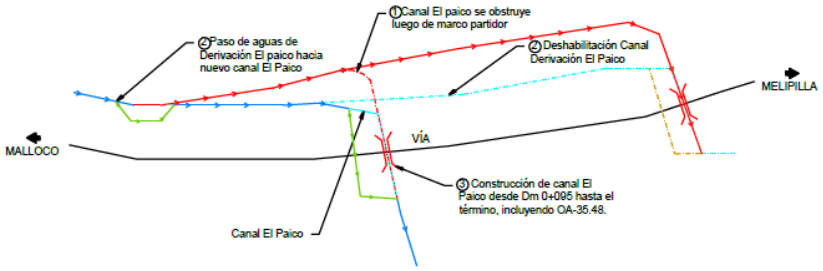
FASE 3:

Se ejecutarán las siguientes tareas:

- Una vez terminado el canal Derivación El paico y la OA-35.60, se procede a desviar las aguas que riegan dicho canal ②, dejando deshabilitado el canal existente, El desvío de aguas hacia el nuevo canal se realizará mediante una abertura en el cierre del desvío provisorio ubicado aguas arriba de la modificación del canal El Paico. Estas aguas serán dirigidas por el canal El Paico, y se desviarán por el marco partidor MP-35.48 que se encontrará obstruido por tierra y sacos de arena ubicados en el Dm 0+073 del canal el Paico ①. De esta forma, se deja operativa la modificación de la derivación El Paico.

- Una vez habilitado el desvío que permite construir la OA-35.48, se procede a construir el tramo faltante del canal El Paico y la OA-35.48 ③, completándose las obras.

Figura 12 Fase 3: Canalización de El Paico

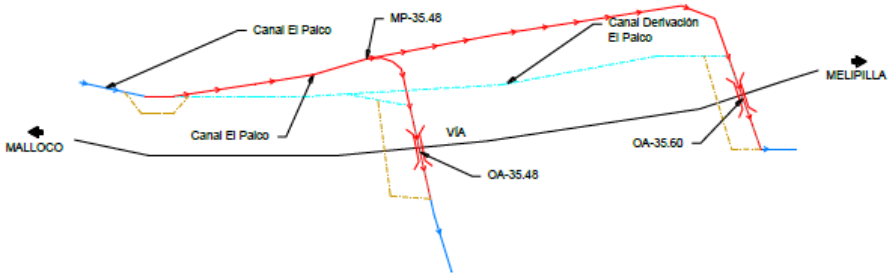


Fuente: Elaboración Propia.

FASE 4 (SITUACIÓN FINAL)

Una vez terminadas las obras, se procede a dirigir las aguas por los nuevos canales, para lo cual deben ser retiradas las barreras colocadas en el canal el Paico en el Dm 0+073 en la fase 3. Luego de esto, se procede a retirar y deshabilitar los canales de desvío provisorio.

Figura 13 Fase 4: Canalización de El Paico



Fuente: Elaboración Propia.

- Estimación de los plazos y periodos de construcción de las obras

La construcción del puente de hormigón armado se construirá como una obra 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 puente no debiese tomar más de 120 días en su materialización final, considerando que existen tiempos de estabilización del terreno, fraguado de hormigón, etc. A continuación, se presenta un cronograma de la obra.

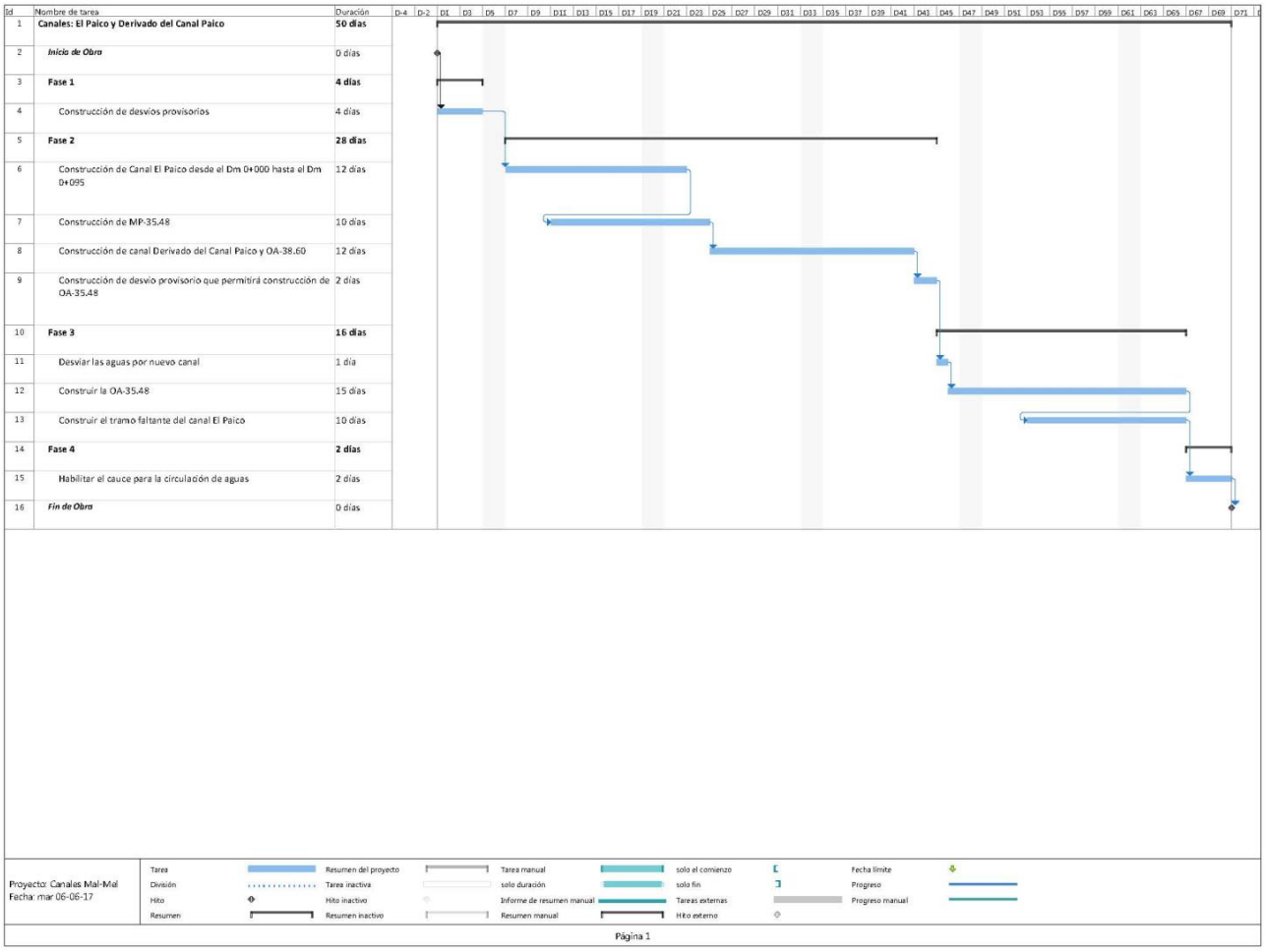
Tabla 2 Cronograma de construcción para Puente Menor Canal El Paico

Etapas	Días											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Etapa N°1												
Etapa N°2												
Etapa N°3												
Etapa N°4												

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, se estima que la construcción de la obra de canalización es de 50 días y se enmarca dentro de los plazos asociados a la construcción de todas las obras de la modificación del Canal El Paico y su derivado, cuya Carta Gantt se presenta a continuación.

Figura 14 Cronograma de construcción para Canal El Paico



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

b) Estudios generales de topografía, geología, hidrología, hidrogeología, hidráulica fluvial, hidrodinámica y balance de aguas.

b.1) Topografía

La zona donde se desarrollarán las obras se encuentra topografiadas y referenciadas en el "Plano Topográfico" que se entrega en forma anexa al presente permiso en el Apéndice 1.

b.2) Memoria de Geología e Hidrogeología

La memoria de geología e hidrogeología del proyecto se encuentra en el denominado "Estudio Hidrogeológico" realizado para estos efectos por la empresa Ingeniería LVA Consultores S.A., para toda la zona de proyecto y que se adjunta en el Apéndice "General".

b.3) Memoria de Hidrología e Hidráulica Fluvial

La memoria hidrológica e hidráulica fluvial del proyecto se encuentra en el denominado "Estudio Hidrológico e Hidráulico para el Canal El Paico" realizado para estos efectos por la empresa Ingeniería MEV EIRL, y que se encuentra presente en el Apéndice 2.

b.4) Hidrodinámica y Balance de Aguas

El PAS 155 requiere un estudio de hidrodinámica que incluya la caracterización de los principales flujos de agua involucrados en el diseño de la obra y su relación con los flujos existentes en el emplazamiento. Además, el estudio de balance de aguas debe incluir un balance completo de aguas respecto de todas las obras involucradas (captación, aducción, utilización, tratamientos, descargas, etc). Este estudio, se encuentra en el denominado "Estudio Hidrológico e Hidráulico para el Canal El Paico" realizado para estos efectos por la empresa Ingeniería MEV EIRL, y que se encuentra presente en el Apéndice 2.

c) Análisis del comportamiento de la calidad de las aguas en la situación sin proyecto y con proyecto.

La obra corresponde a una sección del Canal El Paico, el cual es un canal artificial de importancia para la Comuna de El Monte, dado que portea aguas de riego. Para monitorear la calidad de las aguas del canal, se realizará una toma de muestras un (1) mes antes del inicio de las obras y otra muestra de agua una vez finalizadas las actividades de construcción de las obras en este canal, de acuerdo a los parámetros establecidos en la NCh 1.333 Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos, de 1978 modificada en 1987. 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).

A continuación, se detallan los parámetros a monitorear de calidad para agua de riego, establecidos en la Tabla N° 1 de la NCh 1.333.

- Requisitos Químicos

Tabla 3 Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego, según Tabla N° 1 de la NCh 1.333

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

Elemento		Unidad	Límite máximo
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	(SO4-2)	mg/l	250,00
Vanadio	(V)	mg/l	0,10
Zinc	(Zn)	mg/l	2,00

Fuente: Tabla N° 1, NCh 1.333 Of 78 modificada en 1987.

Considerando que no se proyecta ningún tipo de emisión de contaminantes por efecto de las obras, no habrá afectación de la calidad de las aguas por la construcción de las obras y la operación del proyecto.

d) Medidas que eviten la contaminación o alteración de la calidad de las aguas en las fases del proyecto.

A fin de evitar alteraciones o contaminación de las aguas, se implementarán las siguientes medidas:

- 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 en aquellos casos de canales que se encuentren en funcionamiento y que requieran mantener su continuidad de operación, permitiendo mantener el flujo mientras se realizan las obras, sin alterar la calidad de las aguas, aguas abajo.
- La demolición total de las obras existentes se realizará una vez construidas las nuevas obras, con el objetivo de mantener sin interrupción el servicio a los canalistas, en los casos que sea necesaria su continuidad, 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 y contingencias, incluyendo planes de control y monitoreo ambiental aguas arriba y aguas abajo de la obra.

Se realizará un plan de seguimiento y monitoreo para asegurar la calidad de las aguas del canal, el cual contempla la realización de dos muestreos, uno antes de la fase de construcción de la obra y uno al final de la

obra, con el objetivo de comparar la calidad de aguas en ambas situaciones, de acuerdo a lo solicitado por la Autoridad en la consulta 5.5 c) del ICSARA Complementario.

Los puntos de monitoreo se ubicarán aguas arriba de la obra a ejecutar y a 30 metros aproximadamente aguas abajo del punto de ejecución de las obras, a modo de evitar posibles heterogeneidades que modifiquen la representatividad de las mediciones. A continuación, se presenta una Tabla con las coordenadas UTM de los puntos de muestreo.

Tabla 4 Puntos de medición para monitoreo de calidad de agua

Canal El Paico	Coordenadas UTM DATUM WGS 84	
	Norte (N)	Este (E)
Punto Aguas Arriba	6.273.845	320.124
Punto Aguas Abajo	6.273.787	319.640

De esta forma, el objetivo es que la calidad de las aguas mantenga sus condiciones basales, aguas arriba y aguas abajo de las obras a construir, y por otro lado, que las condiciones de calidad de las aguas existentes previo a la ejecución de las obras (situación sin proyecto) no sean alteradas y se mantengan una vez terminadas las obras (situación con proyecto). Para ello se monitoreará los parámetros de calidad de aguas descritos en la Tabla N° 1 de la NCh 1.333 y que se presentaron en el apartado c) de este documento.

Los informes generados con los resultados del muestreo inicial previo al inicio de la fase de construcción de la obra y muestreo final una vez construida la obra serán enviados a la Superintendencia del Medio Ambiente.

En cuanto al plan de contingencias, éste se incluyó en el Anexo 9-PEM-1 "Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias Actualizado" de la Adenda Nº1 para todo el proyecto. No obstante lo anterior, esta información se incluye en el Anexo 11-FIC-1_2 "Ficha Resumen" de la presente Adenda Complementaria.

f) Planes de prevención

El riesgo de derrame sobre algún cuerpo de agua en la(s) fase(s) de construcción y/u operación de un proyecto se asocia directamente a una inadecuada manipulación de materiales o residuos peligrosos, o bien directamente a las condiciones sub-estándar que se puedan presentar en la vía producto de trabajos o por intervención de terceros.

Las medidas preventivas para minimizar impactos en cursos de agua serán:

- Identificación de zonas donde esté expresamente prohibido cualquier actividad que pueda generar derrames en cursos de agua superficiales, tales como: Almacenamiento y/o manipulación de sustancias y/o residuos peligrosos (Según lugares o espacios con vulnerabilidad a la contaminación).
- Disponer de hojas de seguridad de los productos.
- Contar con procedimientos de trabajo seguro para uso, manipulación y almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos.
- Los materiales combustibles, sustancias y residuos peligrosos serán almacenados en espacios especialmente habilitados, cumpliendo con lo dispuesto en el D.S. Nº 160/2008 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción "Aprueba Reglamento de Seguridad para las instalaciones y operaciones de producción y refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos", el D.S. Nº 43/2015 Mod. de D.S. N° 78/2009 del Ministerio de Salud "Aprueba Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas" y el D.S. Nº 148/2003 del Ministerios de Salud Aprueba el "Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos".
- Uso de equipos adecuados para trasvasije de sustancias peligrosas, si corresponde.

- Capacitación a trabajadores en el correcto uso de los elementos de contención de derrames y cómo actuar en caso de una eventualidad sobre cursos o cuerpos de agua.
- Control de las sustancias peligrosas, manteniendo el orden y limpieza en el almacenamiento y disponiendo sólo del stock necesario.
- Control de los residuos peligrosos, manteniendo el orden y limpieza, realizando retiros de este tipo de residuos, en caso de generarse, para su traslado a las bodegas de acopio de residuos peligrosos del proyecto o disposición final en lugar autorizado sanitariamente.

g) Planes de acción

Los planes de acción ante la ocurrencia de riesgos ambientales relacionados a la obra son los siguientes:

- Derrame de sustancias peligrosas o residuos peligrosos en cursos o cuerpos de agua.

Si el derrame ha afectado algún curso o masa de agua, se activará un plan de monitoreo de contingencia, considerando las siguientes acciones:

- Se debe actuar de acuerdo a las indicaciones de la hoja de datos de seguridad de cada producto en específico.
- Se avisará al Encargado de Seguridad y/o Supervisor de Operaciones de la obra, quién determinará las acciones a seguir para limpiar el área afectada.
- El Encargado de Seguridad y/o Supervisor de Operaciones comunicará al Gerente del Proyecto respecto de la ocurrencia de accidentes.
- En caso de generarse residuos peligrosos, éstos serán enviados a las bodegas de acopio de residuos peligrosos del proyecto o a disposición final en lugar autorizado sanitariamente.

Si el derrame es mayor (más de un tambor de 200 L):

- Se deben considerar las medidas de seguridad de las hojas de datos de seguridad del producto derramado.
- Se aplicará el plan para derrames mayores, aunque previamente se verificará si hay personas que hayan sido afectadas por el derrame o trabajadores que hayan estado laborando en el área del accidente.
- En caso de que haya personas involucradas, se procederá a utilizar los elementos apropiados para resguardar en primer lugar, la vida y salud de dichas personas.
- El Encargado de Seguridad y/o Supervisor de Operaciones de la obra determinará la necesidad de requerir servicios externos para contener el derrame (SMA, Bomberos, Carabineros, contratistas especializados en control de derrames; entre otros).
- Se mantendrá un registro (ficha) indicando la información mínima que permita dimensionar el derrame producido.
- En caso de generarse residuos peligrosos, éstos serán enviados a las bodegas de acopio de residuos peligrosos del proyecto o a disposición final en lugar autorizado sanitariamente.
- El Encargado de Seguridad y/o Supervisor de Operaciones comunicará al Gerente del Proyecto, respecto de la ocurrencia de accidentes.
- Elaborar el Informe de Contingencia y/o Emergencia en base al registro (ficha).

Como parte del plan de acción, se considera el plan de capacitación y entrenamiento para el personal, con la finalidad de mantener al personal debidamente capacitado, para prevenir y enfrentar cualquier emergencia.

Estas capacitaciones se deberán realizar a través de charlas periódicas en las que se describan los riesgos existentes, formas de solución y mitigación, y procedimientos a actuar en caso de que ocurra cualquier accidente y/o incidente.

Las acciones mínimas que se deberá adoptar serán las siguientes:

- Entrenamiento y capacitación en el Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias.
- Difusión de los procedimientos del plan al personal operativo.
- Charlas de capacitación y adoctrinamiento.
- Instrucciones al equipo de intervención.
- Prácticas y manejo de implementos de seguridad.
- Capacitación sobre manejo adecuado de sustancias y residuos peligrosos.
- Implementar en las áreas de trabajo carteles o paneles informativos sobre medidas de mitigación de riesgos, consejos de seguridad, teléfonos de contacto a los que llamar en caso de emergencia, canal de transmisión en caso de emergencia, entre otros.