PUENTE SOBRE EL ESTERO EL PAICO

ARTÍCULO 157.- Permiso para efectuar obras de regularización o defensa de cauces naturales.
El permiso para efectuar obras de regularización o defensa de cauces naturales, será el establecido en los incisos 1º y 2º del artículo 171 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 afectar la vida o salud de los habitantes, mediante la no alteración significativa del escurrimiento y de los procesos erosivos naturales del cauce y 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.

El puente está definido en el PK. 45+940, y corresponde a un puente ferroviario que cruza el estero el Paico.

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.

PUENTE SOBRE EL ESTERO EL PAICO	DATUM WGS 84	
	Norte (N)	Este (E)
PUENTE PK. 45+940	6.270.682	309.804
	6.270.685	309.817

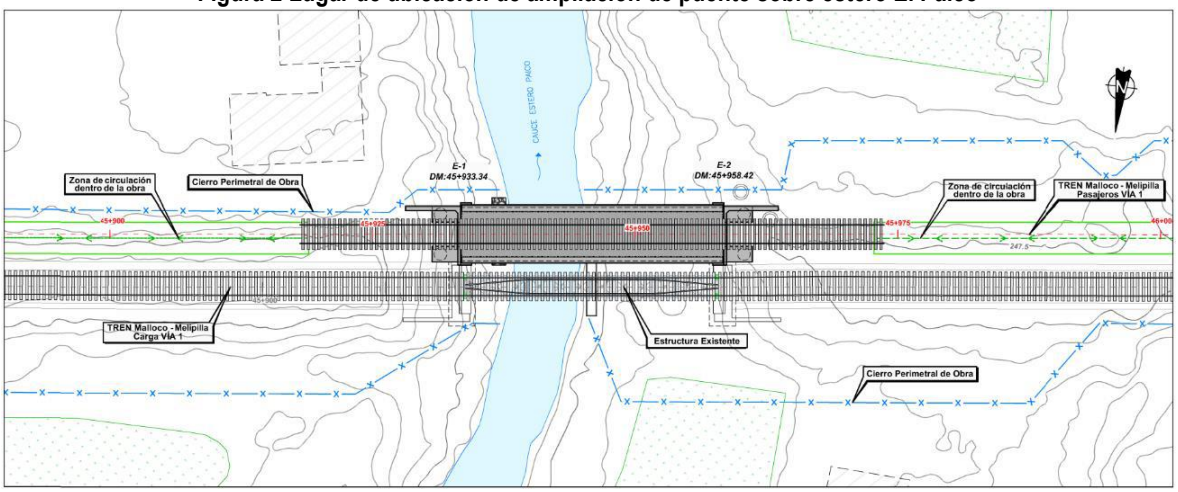
Esta obra se encuentra diseñada para la crecida de T=100 años y con un caudal máximo de diseño de 53.20 m^3/seg., de acuerdo a antecedentes proporcionados por el estudio de hidrología generado y que se presenta en el Apéndice 1 de este documento.

Figura 1 Lugar de Ubicación de la Ampliación del Puente



Fuente: MEV Ingeniería, 2018

Figura 2 Lugar de ubicación de ampliación de puente sobre estero El Paico



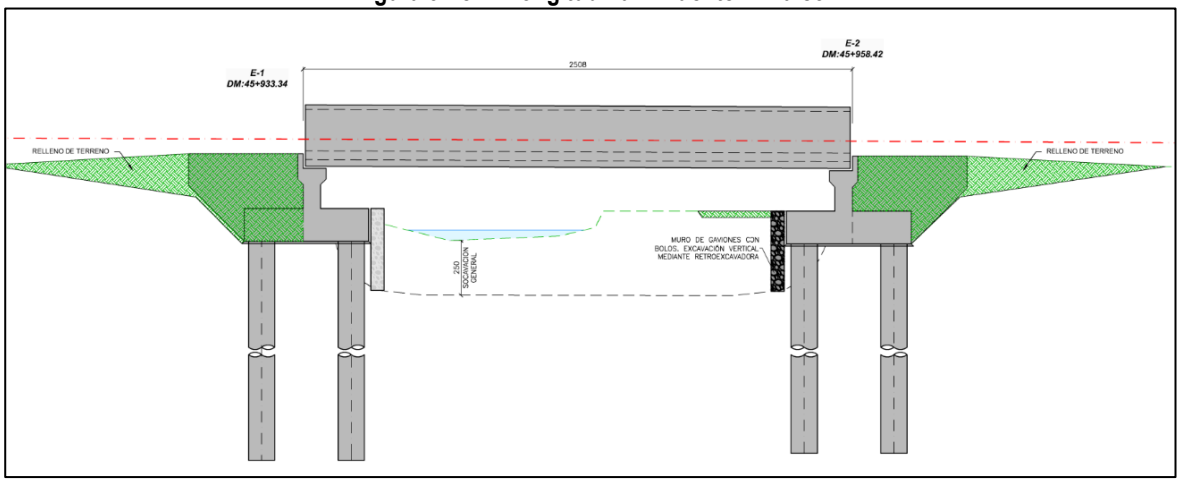
Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

b) Descripción de la obra y sus fases

Las obras que se proyectan y deben construirse, se enmarcan en una zona semi-urbana de la localidad de El Paico, cruzando el Estero El Paico, en una zona próxima a la Ruta 78 antigua. El cruce es en una zona donde el río viene en curva, por lo que afecta principalmente al estribo oriente, quedando bastante más resguardado el estribo poniente.

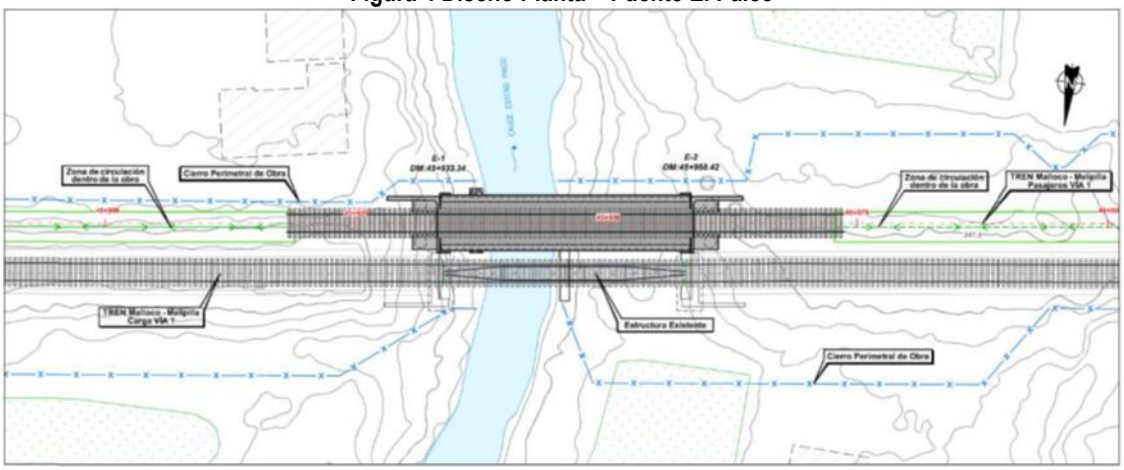
La faja ferroviaria en el sector tiene un ancho que varía entre 21 y 25 m. Los accesos a la faja existen, pero están bastante alejados del puente existente (y nuevo), debiendo acceder a la zona de las obras por la faja misma. A continuación, se presentan figuras con los planos del nuevo puente.

Figura 3 Perfil Longitudinal – Puente El Paico



Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

Figura 4 Diseño Planta – Puente El Paico



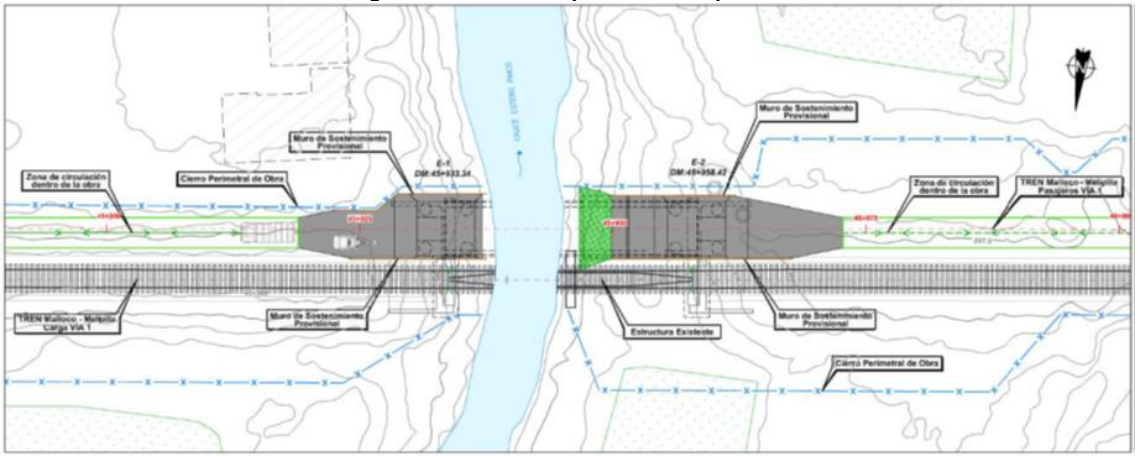
Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

A continuación, se resumen condicionantes de tipo constructivo que presenta el proyecto, a tener presente para la construcción del puente sobre el Paico. Es una descripción detallada de aspectos involucrados en la construcción del puente, a partir del proyecto propuesto, que permiten su construcción, demostrando así la factibilidad de las soluciones propuestas, en el contexto de los costos detallados en el documento de cubicación y presupuesto.
Primeramente, se desarrolla una relación de aspectos a tener presente, en relación con el entorno de la obra, para construir el puente en condiciones adecuadas y seguras.
En segundo lugar, se entrega una relación de los procedimientos constructivos propuestos, y sus particularidades, describiendo los recursos, permisos y previsiones a considerar para la ejecución de las obras en los plazos previstos.

ETAPA 1

En esta fase se comienza con la excavación del terreno natural hasta la cota de cimentación de los estribos. Tanto para las excavaciones cercanas a la vía en servicio como para las excavaciones cercanas al cierro de la obra será necesaria la colocación de un muro de sostenimiento provisional.

Figura 5 Plano de Etapa 1, vista en planta.



Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

ETAPA 2

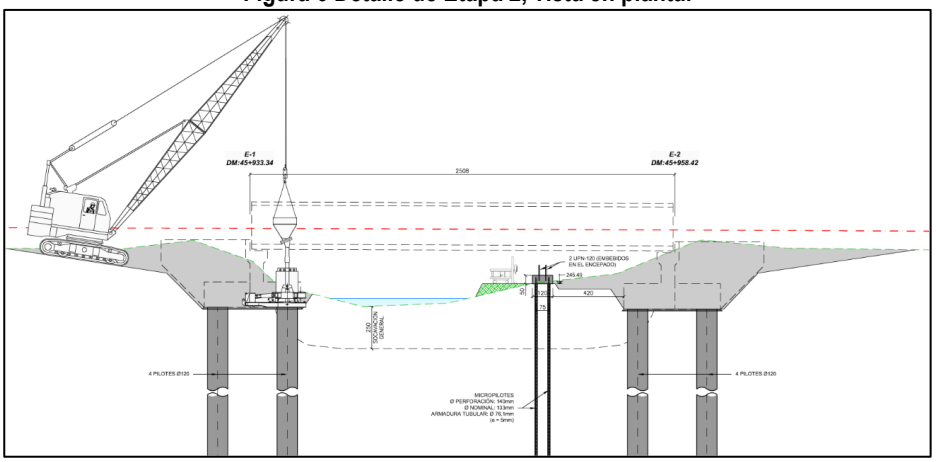
La ejecución de los pilotes preexcavados con máquina pilotera de la vía de pasajeros se realizará en la zona sur aledaña al puente existente, a ambos lados del cruce, y con espacio ajustado pero suficiente para la acción de la obra. Se realizarán desde la cota de la cara inferior de cimentación, accediendo entre los muros de sostenimiento ejecutados previamente.

Para realizar este trabajo, dado que hay tráfico ferroviario por la vía aledaña, se adoptarán todas las medidas de resguardo establecidas por EFE, respetando zona de seguridad a 2.1 m del eje de vía, y zona de resguardo a 3 m del eje de la vía existente, considerando si lo eventual del tráfico ferroviario en la zona.

Se deben tener en consideración, además, todas las medidas de protección durante la construcción, establecidas en la especificación técnica correspondiente, principalmente para garantizar la seguridad del personal y equipos de excavación.

Se ejecutan a continuación los micropilotes y encepados para el apoyo del alzaprimado metálico provisorio que permita construir el puente sobre él. Se trata de cuatro encepados cuadrados de 1.2 metros de lado con 4 micropilotes.

Figura 6 Detalle de Etapa 2, vista en planta.



Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

ETAPA 3

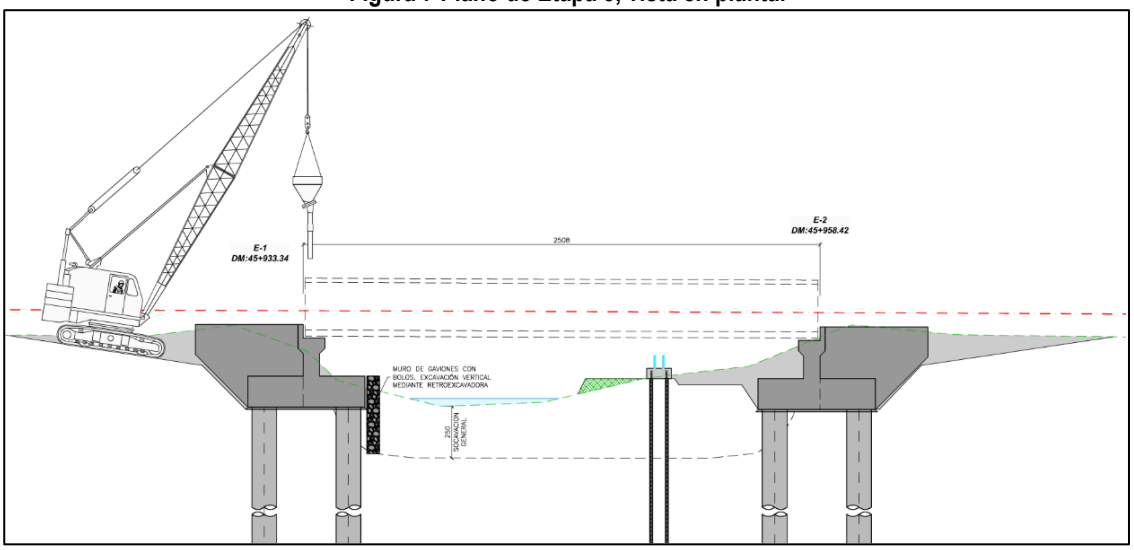
Ejecución del encepado y elevación del estribo, estructuras de h.a. en ambos estribos, donde apoyan luego el tablero, son estructuras de geometría simple, que requieren ser moldeados sobre el terreno previamente excavado. Hay que considerar, además, la protección de las excavaciones, con los medios que se definen en planos. Se ejecuta en esta etapa también el muro de gaviones con bolos para protección frente a socavación.

El abastecimiento de acero y hormigón para los pilotes es según el procedimiento establecido en los planos de fases constructivas. Después se procederá a la colocación de placas elastoméricas y barras de anclaje.

Las placas de apoyo del tablero se conectan a la infraestructura (mesa de apoyo de estribos) y superestructura (cara inferior en apoyos de viga postensada), mediante la aplicación de soldaduras en las placas metálicas especificadas para tal efecto, se han diseñado con una geometría tal que, al soldarlas en obra, esta soldadura se pueda ejecutar con el suficiente espacio, además la soldadura se debe aplicar de forma puntual y no en todo el contorno. Las barras de anclaje se dejan ancladas en las mesas de apoyo de estribos, durante el hormigonado de estos, quedando a la

espera de la colocación de la viga postensada, una vez instalada la viga, se conecta según el detalle especificado en planos.

Figura 7 Plano de Etapa 3, vista en planta.

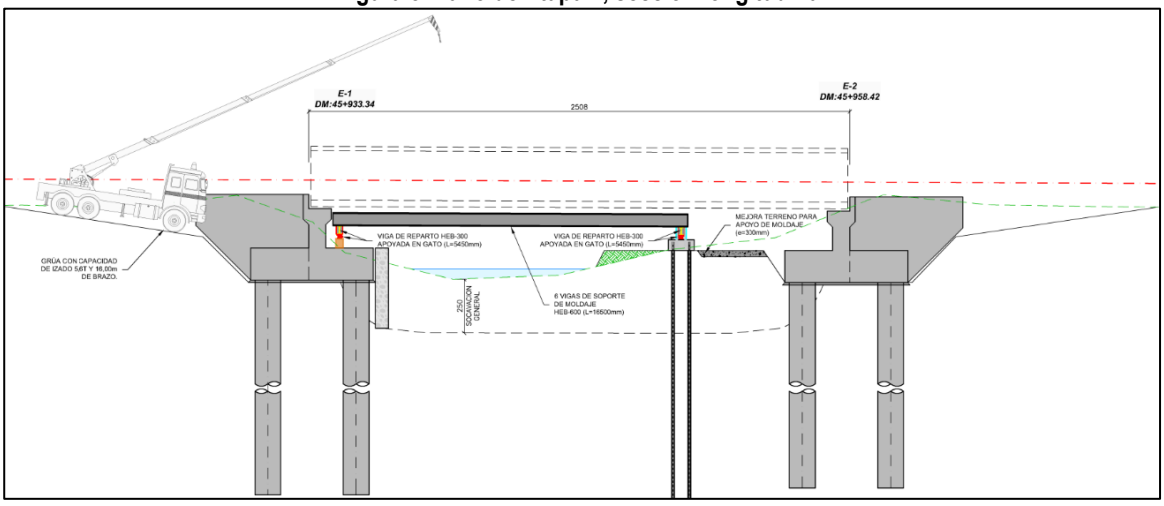


Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

ETAPA 4

A continuación, se procede a la colocación del tramo principal del alzaprimado que se apoya en la cimentación provisoria ejecutada previamente, y que se compone de dos vigas metálicas de reparto, perfil HEB 300, y 6 vigas de soporte que sirven para sustentar el moldaje en los 16 metros de luz que se dejan libres para salvar el cruce con la carretera, de tipo HEB 600. Para situar la estructura se comienza con la colocación de dos cuñas-gato por encepado, a continuación, se sitúan sobre ellas las vigas de reparto y por último se van colocando una a una las vigas de soporte. Para la colocación de la estructura es necesaria una grúa con capacidad de izado de 5.6 toneladas con un brazo horizontal de 16 metros.

Figura 8 Plano de Etapa 4, sección longitudinal

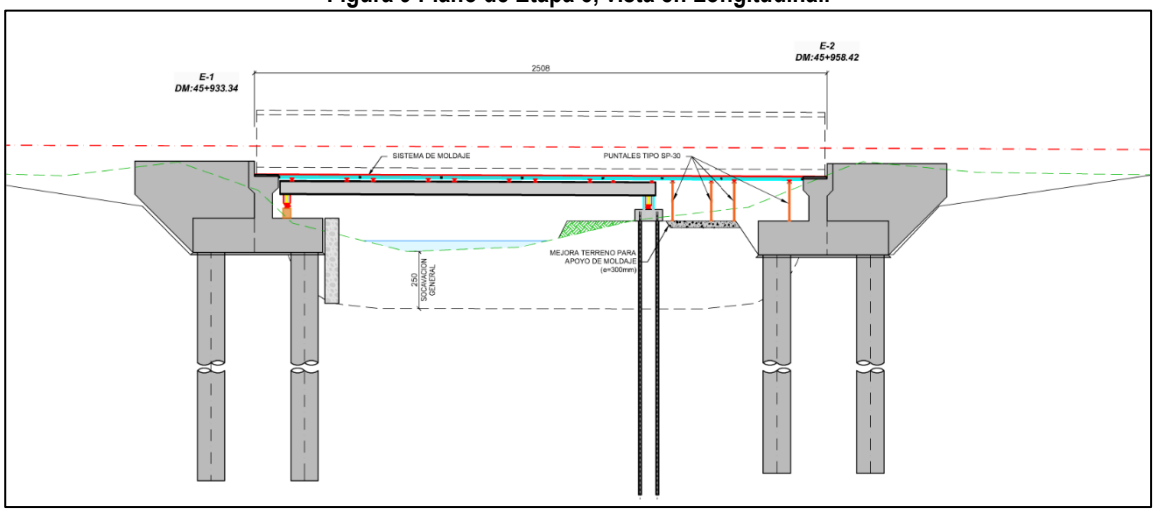


Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

ETAPA 5

Para completar el alzaprimado del tablero, es necesario realizar un relleno de apoyo, ubicado por delante del estribo 2 proyectado, con el fin de nivelar el terreno existente y generar una cota de apoyo sobre la que se disponen los puntales que sostienen el resto del alzaprimado
Se debe disponer en esta fase una malla metálica de protección para evitar que caigan objetos a la vía en servicio mientras se están ejecutando trabajos sobre ella.

Figura 9 Plano de Etapa 5, vista en Longitudinal.

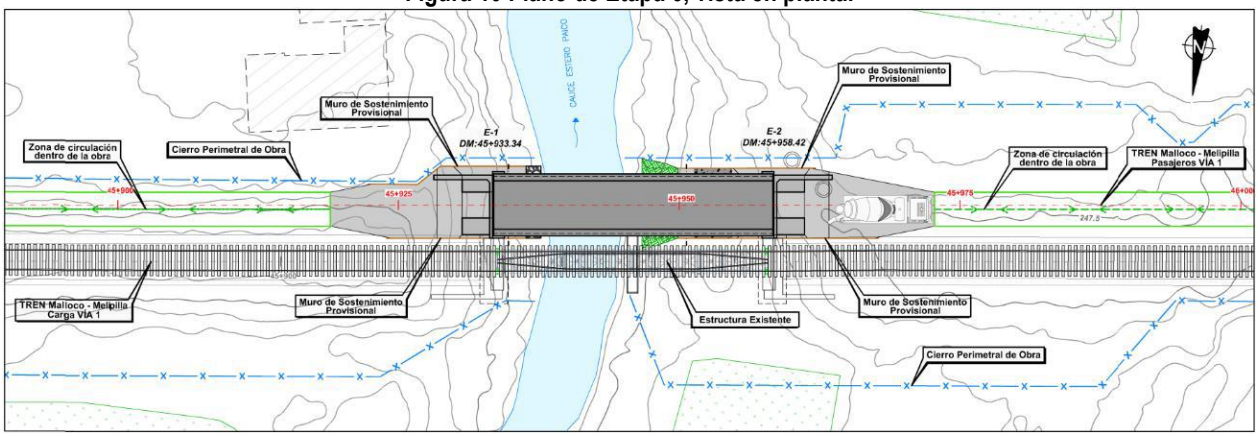


Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

ETAPA 6

El proceso de construcción de la viga continúa colocando armaduras y vainas de vigas, sobre los moldes ya colocados, y procediendo al hormigonado y control de resistencias, para dar el visto bueno posterior al proceso de colocación de cables y postensado. El hormigonado se realizará en dos fases, primero la losa inferior y posteriormente las almas.
El postensado se realizará con un gato multiforce, según se establece en la especificación técnica. Efectuado el postensado, verificadas las elongaciones de cables, se puede dar por terminado el proceso de fabricación de la viga.

Figura 10 Plano de Etapa 6, vista en planta.

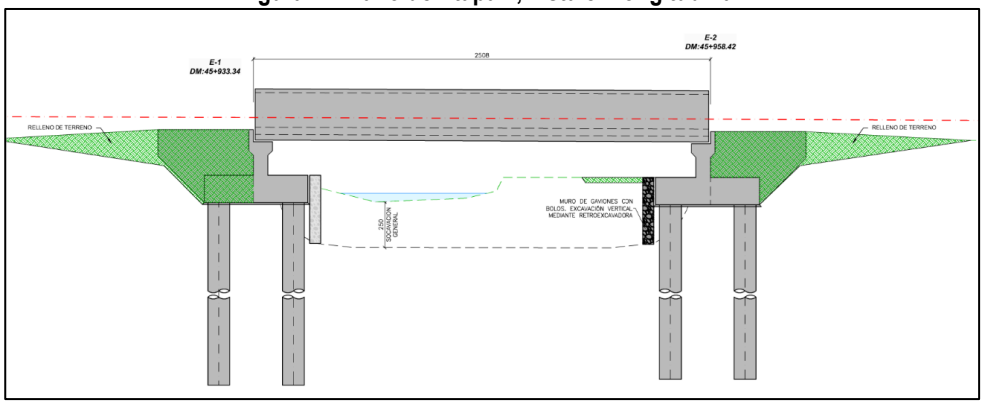


Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

ETAPA 7

Una vez terminado el proceso de fabricación de la viga en "U", se procede al desarme y retiro del alzaprimado provisorio metálico, tanto el tramo principal de vigas metálicas cómo los puntales situados en el lateral. El retiro del alzaprimado principal se realiza lateralmente por debajo de la viga postensada.
Se realiza también la demolición del encepado provisional una vez retirado el alzaprimado. Se ejecuta además un muro de gaviones con bolos para protección de la cimentación del estribo 2. Posteriormente se procede a retirar los muros provisionales y a nivelar el terreno natural.

Figura 11 Plano de Etapa 7, vista en longitudinal.

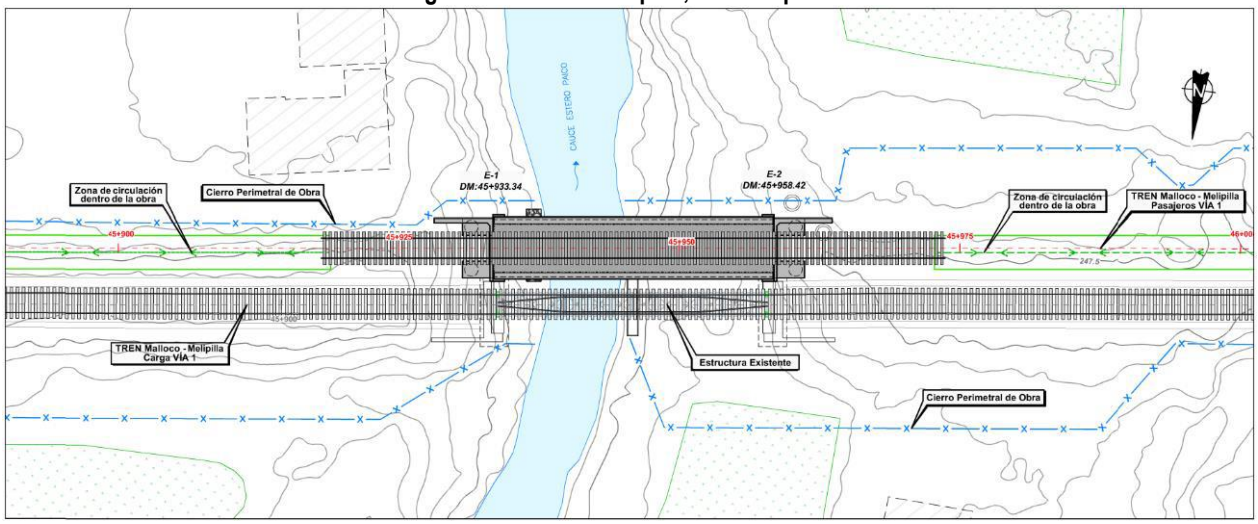


Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

ETAPA 8

Estas son las obras de terminación del puente, y corresponden principalmente a la colocación de balasto, durmientes y rieles.

Figura 12 Plano de Etapa 7, vista en planta.



Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

Fases Constructivas Puente Vía De Carga (Existente)

Las fases constructivas del puente vía de carga se definen a continuación:

Refuerzo de Tablero:

Las obras comprometidas afectan principalmente a las vigas del tablero y algunos elementos de h.a. que solo se proyectan proteger. Estas obras son de carácter menor y pueden realizarse en paralelo a la construcción del nuevo puente.

El trabajo se debe coordinar en los periodos en que no circula el tren, ventanas de trabajo de 4 horas durante el día.

Refuerzo de Cepa:

Consiste en la ejecución de un encepado de amarre del dado de fundación existente, que se apoya en pilotes previamente construidos a máquina. El encepado es de hormigón armado y va cosido a la fundación mediante barras tipo Dywidag.

Para la ejecución de los pilotes, se debe instalar la máquina a una distancia adecuada de la vía existente, fuera de la vía existente, lo que permite su ejecución.

La provisión de materiales debe hacerse desde la zona de frente de trabajo y acopio de materiales, descritas.

Luego de construidos los pilotes, se procederá a taladrar el encepado de la cepa existente, colocando las armaduras, vainas y otros elementos impuestos por el cosido de conexión. Se procederá a hormigonar después, según lo especificado.

Enrocados de Protección:

Las obras de refuerzo del puente existente se completan con la colocación de una escollera de protección de rocas, junto a los estribos solamente, los que se deben conectar con el enrocado existente en la protección de las riberas, como se muestra en siguiente imagen:

Figura 13 Enrocado de protección ribera, existente, zona aledaña cruce línea férrea.



Fuente: Anexo 5-PAS-2 de la Adenda Nº1 del EIA "Tren Alameda-Melipilla" SUSTENTABLE S.A., 2017

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

A continuación, se presenta en la siguiente figura el programa de trabajos propuesto, se basa en los procedimientos de construcción anteriormente presentados.

Tabla 2 Cronograma de construcción para Puente Estero El Paico

Etapas	Meses				
	1	2	3	4	5
Etapa N°1					
Etapa N°2					
Etapa N°3					
Etapa N°4					
Etapa N°5					
Etapa N°6					
Etapa N°7					
Etapa N°8					

Fuente: Elaboración Propia

d) Plano topográfico de planta y perfiles, georreferenciado, de la obra y del área susceptible de ser afectada

Se incluye en el Apéndice 2 del presente Anexo.

e) Memoria del cálculo del estudio hidrológico, hidráulico, de arrastre de sedimentos y de socavaciones, para la situación con y sin Proyecto, según corresponda

e.1) Memoria Hidráulica e Hidrológica

La Memoria Hidrológica e Hidráulica del proyecto fue realizado por la empresa Ingeniería MEV EIRL, y se incluye en el Apéndice 1 del presente anexo.

e.2) Arrastre de Sedimentos y Socavaciones

El estudio de arrastre y el cálculo de socavaciones del proyecto fue realizado por la empresa Ingeniería MEV EIRL, y se incluye en el Apéndice 1 del presente anexo.

f) Plan de Monitoreo

De acuerdo a lo solicitado en la consulta 5.11 b) del ICSARA Complementario, se efectuará un monitoreo antes de iniciar la construcción del puente y mensual durante el periodo que dure su construcción (5 meses según lo indicado en el literal c del presente documento). 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 durante el desarrollo de las actividades de construcción (situación con proyecto).

f.1. Parámetros de Monitoreo

Los parámetros a monitorear corresponden a los parámetros establecidos en la Tabla 1 de la 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	0,01
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

f.2. Puntos de Medición

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

Tabla 4 Lugares de medición de Monitoreo

PUENTE SOBRE EL ESTERO EL PAICO	DATUM WGS 84	
	Norte (N)	Este (E)
PUNTO MEDICIÓN AGUAS ARRIBA	6.270.704	309.821
PUNTO MEDICIÓN AGUAS ABAJO	6.270.668	309.823

f.3. Frecuencia de Medición

Se efectuará un monitoreo antes de iniciar la construcción del puente y mensual durante el periodo que dure su construcción. Además, se contempla el envío de informes de los monitoreos realizados a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

g) 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:

- 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).

h) Plan de contingencias

El Plan de contingencias del presente proyecto (y que incluye al Puente Zanjón de La Aguada), se incluyó en el Anexo 9-PEM-1 "Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias Actualizado" de la Adenda Nº1. No obstante lo anterior, esta información se incluye en el Anexo 11-FIC-1_2 "Ficha Resumen" de la presente Adenda Complementaria.

i) Plan de emergencia, si aplica

El Plan de emergencias del presente proyecto se incluyó en el Anexo 9-PEM-1 "Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias Actualizado" de la Adenda Nº1. No obstante lo anterior, esta información se incluye en el Anexo 11-FIC-1_2 "Ficha Resumen" de la presente Adenda Complementaria.