

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**ESTUDIO TÉCNICO REFERENTE A LA COSTRUCIÓN DEL PUENTE “LOS
CASTAÑOS” EN VIÑA DE MAR**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
CONSTRUCCIÓN

Alumnos:

Sr. Lucas Quezada Moreno

Sr. Daniel Quiroga Abarca

Profesor guía:

Sr. Marco Howes Herrera

Dedicatorias

Dedicatoria lucas: A mis abuelos los cuales me educaron y criaron. A mi abuela por entregarme mis valores que me han convertido en la persona que soy en la actualidad y entregarme tanto cariño. A mi abuelo por demostrarme su esfuerzo y humildad.

A mis padres ya que sin ellos no hubiera alcanzado esta etapa profesional en mi vida. A mi madre por estar muy presente en cuanto a mis estudios, siendo perseverante entregándome su apoyo y otorgándome los recursos necesarios para llegar a ser quien soy hoy A mi padre por concederme el don de la perseverancia y el de adquirir conocimientos día a día.

Dedicatoria Daniel: A mi familia por otorgarme la opción de estudiar, por acompañarme en esta importante etapa de mi vida, por su gran e incondicional apoyo, por darme valores, por enseñarme a ser perseverante, humilde y darme entusiasmo cada día.

Dedicatoria ambos: A nuestros profesores que han invertido su tiempo y esfuerzo impartiéndonos sus conocimientos aun fuera del horario de catedra, mostrando dedicación compromiso y vocación.

A Benjamín Moya (Inspector Fiscal de la obra) por dedicar parte de su tiempo en recibirnos, entregar sus conocimientos y responder nuestras dudas guiándonos en el transcurso de este trabajo.

RESUMEN

KEYWORDS: Puente los castaños, Puentes de hormigón, Estero Marga Marga

Desde el año 1996, la ilustre municipalidad de Viña del Mar, con el objetivo de descongestionar el tránsito de norte a sur de la ciudad, cuyo flujo se ve cada vez más demandado, comenzó a desarrollar el proyecto de construir un nuevo puente sobre el estero Marga Marga.

Los estudios realizados por la Secretaría de Planificación del municipio determinaron como prioridad la construcción de un nuevo puente de doble vía para unir la avenida Los Castaños con Simón Bolívar, donde tradicionalmente ha funcionado la feria de productos hortofrutícolas. Pero el proyecto original debió ser modificado luego del 27-F, para ajustarlo a las nuevas condiciones de construcción que impuso la emergencia. Desde entonces estuvo a la espera de recursos, hasta que el Consejo Regional aprobó \$6.232 millones para construir la obra. [El Mercurio Martes 13 de marzo, 2018]

Este nuevo acceso es parte de un plan de interconexión vial que comenzó a estructurarse hace una década, cuando los estudios del municipio dieron como resultado la saturación de las calles, que podrían colapsar hacia el año 2024 si no se realizaban nuevas obras.

El Proyecto viaducto Los Castaños consta de una longitud igual a 127mts y posee dos carriles por dirección. Se ubicará entre 1 Norte y calle La Marina, conectando la bajada Los Castaños con la calle Simón Bolívar.

Se adjudicó a la empresa Trébol LTDA la cual presenta un presupuesto igual a la suma de \$5.813.963.567 (cinco mil ochocientos trece millones novecientos sesenta y tres mil quinientos sesenta y siete pesos) y un plazo de ejecución de 420 días corridos desde el inicio de la construcción.

El director de Planificación del municipio, Tomás Ochoa, dijo que la obra permitirá descongestionar los otros puentes y la vialidad de esta área céntrica, al ser parte de una iniciativa mayor. “El puente corresponde a un proyecto incluido en el Plan Maestro de Proyectos de Transporte Urbano del Gran Valparaíso. Busca mejorar la movilidad de la conurbación mediante inversiones de cierta magnitud, orientadas al desarrollo del Sistema de Transporte Urbano (STU) en concordancia con el desarrollo urbano previsto para la conurbación. Estas inversiones dicen relación con proyectos de infraestructura vial, mejoramiento del transporte público y/o mejoramientos de gestión de tránsito”, indicó. [El Mercurio Martes 13 de marzo, 2018]

Se considera también que la obra permite mejorar el resto de los puentes al mejorar su descongestión y permitir reparaciones en aquellos por los daños recibidos en el sismo del 27 de febrero de 2010.

Además, se considera al puente los castaños como parte de un proyecto mayor que busca crear una vía de acceso a Viña desde vía las palmas hasta 1 Norte.

El proyecto se encuentra en la categoría de puentes esviados, presentando un ángulo de inclinación aproximadamente a 40° con respecto al norte fijado, esta característica genera mayor dificultad al momento de ser diseñado y le hace requerir una mayor cantidad de refuerzos en su estructura, debido a las solicitaciones poco usuales que se presentan en este tipo de puentes durante un sismo.

El proyecto, además ha tenido cambios en su desarrollo en comparación con la propuesta inicial, debido a datos no contemplados o por mayor comodidad, como es el reemplazo de vigas postensadas in situ, por vigas prefabricadas pretensadas y el uso de entibaciones con motobombas por ignorar la existencia de escorrentía subterránea.

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

ALCANCE

CAPÍTULO 1: INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

1.1 ESTUDIOS DE GEOTÉCNIA

1.1.1 Sondajes

1.1.2 Ensaye SPT

TOPOGRAFÍA

HIDRÁULICA

CAPÍTULO 2: PROCESOS CONSTRUCTIVOS

2.1 INFRAESTRUCTURA

2.1.1 Pilotes

2.1.2 Dado de amarre

2.1.3 Elevaciones

2.1.4 Estribos

2.1.5 cabezales

2.1.6 Instalación placas de apoyo

2.1.7 Instalación de barras antisísmicas

2.2 SUPER ESTRUCTURA

2.2.1 Montaje de vigas pretensadas

2.2.2 Travesaños de vigas

CAPITULO 3: CONSIDERAICONES AMBIENTALES GENERALES

3.1. MEDIDAS AMBIENTALES

3.1.1 Diseño

3.1.2 Instalación de faenas y campamentos

3.1.3 Operación de planta de materiales

3.1.4 Apertura, explotación y abandono de empréstitos

3.1.5 Apertura, uso y abandono de botaderos

- 3.1.6 Preparación del área de trabajo
- 3.1.7 Movimiento de tierra
- 3.1.8 Transporte de materiales
- 3.1.9 Desvió de transito
- 3.1.10 Puentes y obras de drenaje
- 3.1.11 Colocación de capas granulares
- 3.1.12 Revestimientos y pavimentación

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

[ANEXO N.º1 PRESUPUESTO OBRA]

[ANEXO N.º2 PROGRAMACIÓN OBRA]

[ANEXO N, °3 PROTOCOLOS DE EJECUCION DE PILOTES]

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Mapa de Sondajes

Figura 1-2: Sondaje 1

Figura 1-3: Sondaje 2

Figura 1-4: Sondaje 3

Figura 1-5: Sondaje 4

Figura 1-6: Sondaje 5

Figura 1-7: Equipo SPT

Figura 1-8: Perfil longitudinal y curvas de nivel

Figura 1-9: Cota de aguas máximas en 100 años

Figura 2-1: Pilotera

Figura 2-2: Armadura de pilotes

Figura 2-3: Armadura de pilotes planta

Figura 2-4: Hormigonado de pilotes

Figura 2-5: Demolición de cabezal

Figura 2-6: Equipo utilizado en PIT

Figura 2-7: Velocidad de partícula a lo largo del pilote en estudio

Figura 2-8: Perfil Estimado del Pilote a Través de la Variación de la Impedancia

Figura 2-9: Planta Viga de Amarre

Figura 2-10: Armadura dado de amarre

Figura 2-11: Hormigonado dado de amarre

Figura 2-12: Elevaciones

Figura 2-13: Montaje de moldaje elevaciones

Figura 2-14: Estribos de entrada y salida

Figura 2-15: Armadura de estribos

Figura 2-16: Hormigonado de estribo

Figura 2-17: Hormigonado topes sísmicos estribo

Figura 2-18: Relleno estructural

Figura 2-19: Cabezal terminado

Figura 2-20: Alzaprimado de cabezales

Figura 2-21: Armadura de cabezales

Figura 2-22: Moldaje cabezal

Figura 2-23: Moldaje de topes sísmicos en cabezales

Figura 2-24: Posicionamiento placa de distribución

Figura 2-25: Placas de distribución

Figura 2-26: Soldadura placas de apoyo

Figura 2-27: Barras antisísmicas

Figura 2-28: Montaje de vigas

Figura 2-29: Travesaños de vigas

Figura 2-30: Armadura de travesaños

Figura 2-31: Hormigonado de travesaños

Figura 2-32: Losa Puente

Figura 2-33: Moldaje Losa

Figura 2-34: Soporte Voladizo

Figura 2-35: Armadura de losa

Figura 2-36: Hormigonado de losa

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Compacidad en suelos granulares

Tabla 2-1: Carga pilotes

Tabla 2-2: Datos del Pilote

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A continuación, se presentan siglas y simbologías utilizadas en la redacción del presente informe.

SIGLAS

EPP	= Elementos de protección personal
AASHTO	= American Association of State Highway and Transportation Officials
SPT	= Standard Penetration Test
ASTM	= American Society for Testing and Materials

SIMBOLOGÍA

CMS	= Centímetros
MTS	= Metros
MM	= Milímetros
PULG	= Pulgadas
LB	= Libras
SEG	= Segundo
HR	= Hora

INTRODUCCIÓN

Se dice que los puentes son la primera obra civil en ser creada, pues siempre fueron necesarios para cruzar pequeños arroyos y ríos permitiendo la movilización y unión de nuestros primitivos antepasados.

En cuanto a su construcción en aquellos tiempos, bastaba con un árbol u tronco lo suficientemente grande para permitir el paso de las personas, luego evolucionaron para ser contruidos con madera trabajada para luego pasar a la mampostería y sucesivamente, ser contruidos de acero y o hormigón armado, ya que son materiales muy firmes que entregan gran confianza y permiten una mejor trabajabilidad.

Los métodos constructivos de los puentes siguen evolucionando con el paso de los años, volviéndose cada vez más sofisticados, buscando materiales con mejores propiedades y diseños que permitan durabilidad, seguridad y estética a la vez.

La envergadura de los puentes también ha evolucionado con los años, actualmente podemos encontrar mega estructuras destinadas a conectar poblados lejanos o ciudades entre sí, dichas estructuras han necesitado años de estudio para asegurar la permanencia en el tiempo de la estructura.

En la actualidad, los puentes cumplen con una acción muy importante para la productividad de una nación, ya que mejora las condiciones para todo aquel que los utiliza acortando distancias, disminuyendo tiempos de desplazamiento, descongestionando vías cercanas y reduciendo costos operativos en el transporte de habitantes y alimentos, además, estos son necesarios al momento de resguardar y no alterar un accidente geográfico como un valle, un cañón, un río, un camino, una vía férrea o cualquier otro obstáculo físico.

El diseño de cada puente puede variar dependiendo del sector en el cual se construya, la función que se le dará y los materiales que deberán ser usados para el desarrollo del proyecto.

La Construcción de un puente se realiza al aire libre o a la intemperie, bajo cualquier condición ambiental, de acuerdo con el lugar geográfico de su ubicación, por esa razón las fases de trabajo son sensibles y están sujetas a interrupciones y variaciones dependiendo de las condiciones climáticas que se puedan producir.

Mediante visitas constantes a la obra “puente los castaños”, se busca realizar un estudio técnico de su desarrollo en el que se haga un seguimiento de los procesos constructivos utilizados en la obra y se analicen los datos previos necesarios para realizar el diseño del puente, entrando éstos en la categoría de ingeniería básica.

OBJETIVO GENERAL

- ❖ Describir los estudios previos realizados en el suelo natural, así como los procesos constructivos que darán paso al desarrollo del puente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ❖ Describir estudios de geotecnia realizados a terreno natural, estudios hidráulicos y perfil topográfico de la faja en que se construirá el proyecto.
- ❖ Describir los procesos constructivos utilizados en las distintas etapas del desarrollo del puente Hasta fecha prudente límite en que se deba entregar el presente informe, con el fin de comprender el trabajo en obra y poder relacionarlos en posteriores viaductos.
- ❖ Comprender los impactos que puede llegar a tener una construcción de tal envergadura, tanto sociales como medioambientales, de los beneficios que pueda traer consigo.

ALCANCE

El presente informe tiene como limitante el enfoque en el desarrollo del puente “los Castaños”

CAPITULO 1: INGENIERÍA BASICA DEL PROYECTO

1 INGENIERIA BASICA DEL PROYECTO

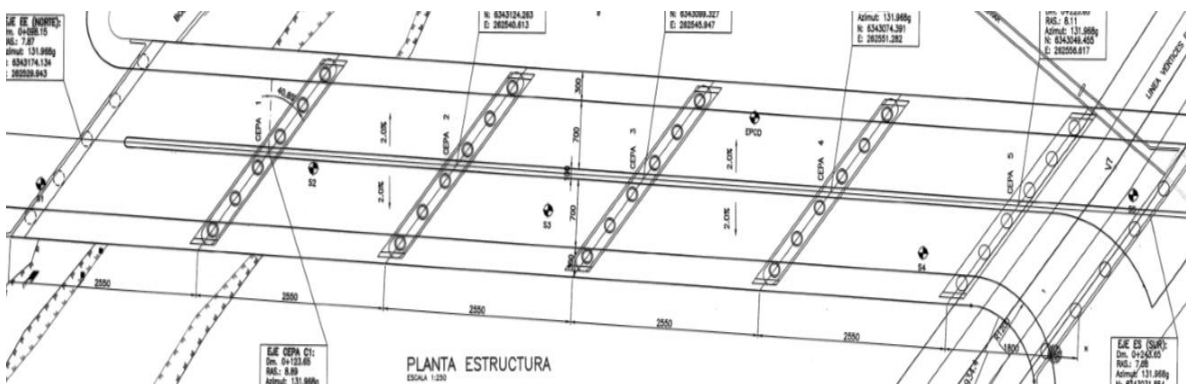
El presente capítulo muestra la descripción de los estudios previos necesarios en el diseño del proyecto, enfocándose en los 3 principales, los cuales son Geotecnia, hidráulica y topografía

1.1 ESTUDIOS DE GEOTÉCNIA

En esta sección del capítulo 1 se presentan ensayos realizados al terreno natural “in situ” con el fin de obtener las características del suelo y localizar la cota adecuada para realizar la fundación de la obra.

1.1.1 Sondajes

El sondaje consiste en: mediante la utilización de una broca, obtener muestras representativas de los distintos estratos que pueden conformar el suelo (Estratigrafía). En los proyectos viales, se usa para el estudio de fundaciones de la estructura y en el estudio de estratos que posean un nivel de compresibilidad importante, situados bajo el nivel de la napa freática.



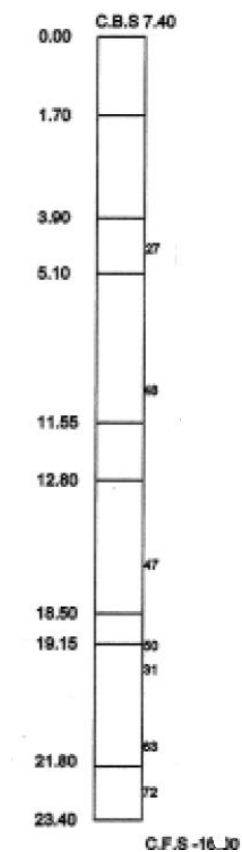
Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA.

Figura 1-1: Mapa de Sondajes

Este tipo de ensayo se realiza cuando no es posible efectuar calicatas, cuando la profundidad que necesita ser analizada es de dimensiones mayores, cuando el suelo presenta mayor resistencia como en el caso de rocas o grabas, cuando se desea conocer el nivel freático o cuando se necesitan realizar ensayos “in situ”.

En la figura anterior se muestran los puntos en los que se realizaron los sondajes, siendo en total cinco puntos, los cuales están distribuidos de forma en que sean representativos para determinar la cota de fundación de las siete cepas de pilotes.

1.1.1.1 Sondaje 1



Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA

Figura 1-2: Sondaje 1

El sonduje N°1 consta de nueve estratos, distribuidos de la siguiente forma:

Estrato N°1: Conformado por un relleno artificial de gravas, arena, escombros, ladrillo, matriz areno limosas y bolones dispersos con un tamaño máximo de 5 pulg de diámetro. Con un total de 1,7 mts de profundidad, se presenta entre la cota 0,00mts y -1,70 mts.

Estrato N°2: Conformado por relleno de bolones y clastos angulares con un tamaño máximo de 26 pulg de diámetro en matriz areno limosa. Con un total de 2,2 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre la cota -1,7 mts hasta la cota -3,9 mts.

Estrato N°3: Conformado por arena gruesa de color amarillo, una estructura homogénea con gravas gruesas y bolones dispersos con un tamaño máximo de 3 pulg de diámetro, presenta una compacidad media y una humedad baja. Con un total de 1,2 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -3,9 mts y -5,1 mts.

Estrato N°4: Conformado por arena de granulometría media, de color amarillo y una estructura homogénea muy cuarzosa, presenta una compacidad y una humedad medias a alta. Con un total de 6,45 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -5,1 mts y -11,55 mts.

Estrato N°5: Conformado por una arena media de color gris verde oliva, una estructura homogénea, cuarzosa y bastante mica, presenta una compacidad y una humedad altas. Con un total de 1,25 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -11,55 mts y -12,8 mts.

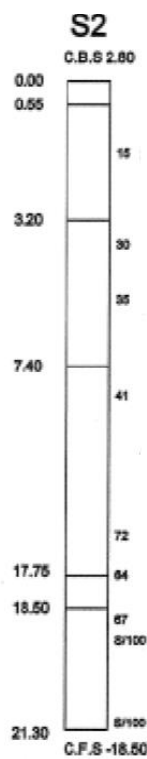
Estrato N.º 6: Compuesto por arena fina o media de color verde oliva, estructura homogénea, cuarzosa y bastante mica, presenta una compacidad y una humedad altas. Con un total de 5,7 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -12,8 mts y -18,5 mts.

Estrato N°7: Compuesto por arena muy fina, limosa y estructura homogénea cuarzosa, presenta una compacidad y humedad altas. Con un total de 0,65 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -18,5 mts y -19,15 mts.

Estrato N°8: Compuesto por arena fina a media, color verde oliva, estructura homogénea cuarzosa, contiene mica y conchuelas, presenta una compacidad y humedad altas. Con un total de 2,65 metros de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -19,15 y -21,8.

Estrato N°9: Compuesto por arena fina a media de color verde oliva, estructura homogénea cuarzosa, contiene mica y conchuela, presenta una compacidad y humedad altas. Con un total de 1,6 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -21,8 mts y -23,4 mts.

1.1.1.2 Sondaje 2



Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA

Figura 1-3: Sondaje 2

El sondeo N°2 presenta seis estratos distribuidos de la siguiente manera:

Estrato N°1: Compuesto por un relleno artificial de gravas arenosas, ladrillos, escombros y bolones dispersos de un tamaño máximo de 6 pulg de diámetro, no presenta humedad. Con un total de 0,55 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas 0,00mts y -0,55 mts.

Estrato N°2: Compuesto por arenas gruesas de color amarillo, tipo maicillo, estructura homogénea bastante cuarzosa con gravas dispersas, presenta una compacidad baja y una humedad media alta. Con un total de 2,65 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -0,55 mts y -3,2 mts.

Estrato N°3: Compuesto por arena de granulometría media de color verde oliva, de estructura homogénea bastante cuarzosa, presenta una compacidad y una humedad medias alta. Con

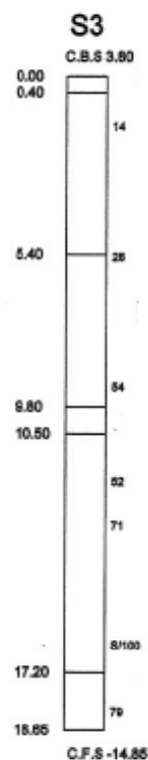
una profundidad total de 4,2 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -3,2 mts y -7,4 mts.

Estrato N°4: Compuesto por una arena fina limosa, de un color verde gris oliva, con una estructura homogénea cuarzosa y presencia de mica, presenta una compacidad y humedad altas. Con un total de 10,35 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -7,4 mts y -17,75 mts.

Estrato N°5: Compuesto por una arena muy fina de color verde oliva, con una estructura homogénea, contiene conchuela, presenta una compacidad y humedad altas. Con un total de 0,75 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -17,75 mts y -18,5 mts.

Estrato N°6: Compuesto por arena media a gruesa de color verde oliva, con una estructura homogénea cuarzosa, presenta una compacidad y humedad altas. Con un total de 2,8 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -18,5 mts y -21,3 mts.

1.1.1.3 Sondaje 3



Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA

Figura 1-4: Sondaje 3

El sondeaje N°3 consta de seis estratos distribuidos de la siguiente forma:

Estrato N°1: Compuesto por un relleno artificial de gravas gruesas con bolones en matriz areno limosa. Con un total de 0,4 mts de profundidad se encuentra ubicado entre las cotas 0,00 mts y -0,4 mts.

Estrato N°2: Compuesto por Arena gruesa de color amarillo tipo maicillo, con gravas gruesas y algunos bolones dispersos, con tamaño máximo de 3 pulg de diámetro, presenta compactidad y una humedad baja a media. Con un total de 5 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -0,4 mts y -5,4 mts.

Estrato N°3: Compuesto por arena media de color gris verde oliva, con estructura homogénea bastante cuarzosa y micácea, presenta una compactidad y humedad altas. Con un total de -4,4 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -5,4 mts y -9,8 mts.

Estrato N°4: Compuesto por arena fina limosa de color gris verde oliva, con una estructura homogénea micácea bastante cuarzosa y contiene conchuela, presenta compactidad y humedad altas. Con un total de 0,7 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -9,8 mts y -10,5 mts.

Estrato N°5: Compuesta por arena muy fina, limosa, de color gris verde oliva, con estructura homogénea micácea bastante cuarzosa, contiene conchuela, presenta compactidad y humedad altas. Con un total de 6,7 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -10,5 mts y -17,2 mts.

Estrato N°6: Compuesto por arena fina limosa de color gris verde oliva, con una estructura homogénea micácea bastante cuarzosa, contiene conchuela, presenta compactidad y humedad altas. Con un total de 1,45 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -17,2 mts y -18,65 mts.

1.1.1.4 Sondeaje 4

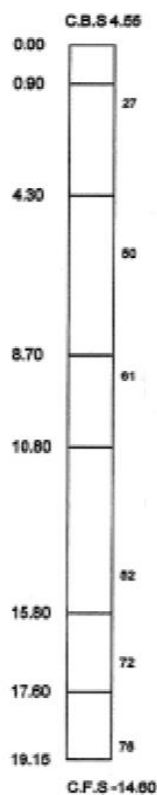
El sondeaje 4 consta de siete estratos distribuidos de la siguiente forma:

Estrato N°1: Compuesto por un relleno artificial de gravas arenosas con algo de escombros y bolones dispersos con un tamaño máximo de 4 pulg de diámetro en matriz limo arcillosa. Con un total de 0,9 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas 0,00 mts y -0,9 mts.

Estrato N°2: Compuesto por arena gruesa de color amarillo tipo maicillo, bastante micáceas y muy cuarzosas, gravas gruesas y algo de bolones de tamaño máximo de 3 pulg de diámetro,

presenta compacidad baja a media y humedad media a alta. Con un total de 3,4 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -0,9 mts y -4,3 mts.

Estrato N°3: Compuesto por arena media de color gris verde oliva, con estructura homogénea y algunas capas intercaladas de arena gruesa, cuarzosa micácea, presenta compresibilidad y humedad altas. Con un total de 4,4 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -4,3 mts y -8,7 mts.



Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA

Figura 1-5: Sondaje 4

Estrato N°4: Compuesto por arena fina limosa, de color gris verde oliva, con estructura homogénea, cuarzosa, con presencia de bastante mica, presenta compacidad y humedad altas. Con un total de 2,1 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -8,7 mts y -10,8 mts.

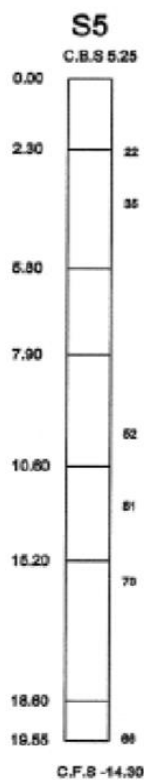
Estrato N°5: Compuesto por arena fina limosa, de color gris verde oliva, con estructura homogénea, cuarzosa, con presencia de bastante mica, contiene conchuela, presenta

compacidad y humedad alta. Con un total de 5 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -10,8 mts y -15,8 mts.

Estrato N°6: Compuesta por arena fina a media de color gris verde oliva, con estructura homogénea, cuarzosa y bastante mica, contiene conchuela, presenta una compacidad y humedad alta. Con un total de 1,8 mts de profundidad, se encuentra ubicada entre las cotas -15,8 mts y -17,6 mts.

Estrato N°7: Compuesto por una arena de fina a media, de un color gris verde oliva, con una estructura homogénea cuarzosa y con presencia de bastante mica, contiene también conchuela, presenta una compacidad muy alta y una humedad alta. Con un total de 1,55 mts de profundidad, se encuentra ubicada entre las cotas -17,6 mts y 19,15 mts.

1.1.1.5 Sondaje 5



Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA

Figura 1-6: Sondaje 5

El sondeaje N°5 consta de siete estratos distribuidos de la siguiente forma:

Estrato N°1: Compuesto por un relleno artificial formado por escombros, bolones, clastos de tamaño máximo 20 pulg, de matriz areno limosa. Con un total de 2,3 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas 0,00 mts y -2,3 mts.

Estrato N°2: Compuesto por arenas gruesas de color amarillo tipo maicillo, bastante micáceas y muy cuarzosas, con gravas dispersas, presenta una compacidad media alta y una humedad alta. Con un total de 3,5 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -2,3 mts y -5,8 mts.

Estrato N°3: Compuesto por arenas finas a media de color gris verde oliva, con una estructura homogénea cuarzosa, micácea, presenta una compacidad y humedad alta. Con un total de 2,1 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -5,8 mts y -7,9 mts.

Estrato N°4: Compuesto por una arena muy fina de color gris verde oliva, de estructura homogénea bastante cuarzosa, micácea, presenta una compacidad y humedad alta. Con un total de 2,7 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -7,9 mts y -10,6 mts.

Estrato N°5: Compuesto por arenas muy finas, de color gris verde oliva, de estructura homogénea bien limosa, cuarzosa, micácea y contiene conchuela, presenta una compacidad y una humedad altas. Con un total de 4,6 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -10,6 mts y -15,2 mts.

Estrato N°6: Compuesto por arena de granulometría media de color gris verde oliva, con una estructura homogénea bien limosa, cuarzosa, micáceas, con presencia de conchuelas, presenta una compacidad y humedad alta. Con un total de 3,4 mts de profundidad, se encuentra ubicado entre las cotas -15,2 mts y -18,6 mts

Estrato N°7: Compuesto por arena muy fina color verde gris oliva, con una estructura homogénea bien limosa, cuarzosa, micácea y presencia de conchuela, presenta una compacidad muy alta y una humedad alta. Con un total de 0,95 mts de profundidad, se encuentra ubicado ente las cotas -18,6 mts y -19,55 mts.

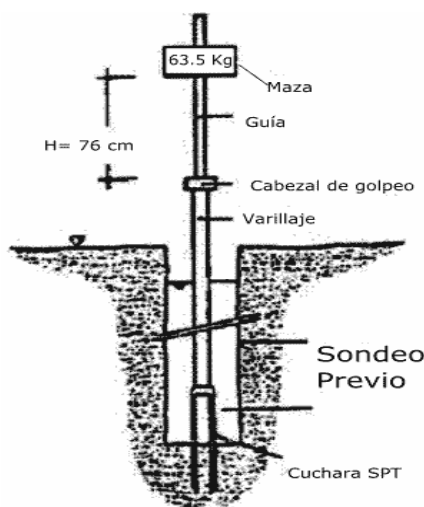
1.1.2 Ensaye SPT

El ensayo de penetración estándar (Standard Penetration Test) es un tipo de ensayo “in situ” que se realiza de forma simultánea con un sondeo, su principal función es la de obtener el nivel de compacidad que posee el suelo que se está estudiando, así como su capacidad de soporte de forma aproximada, también permite obtener muestras de terreno y esta normado por ASTM D 1586. Se usa mayoritariamente en suelos arenosos y arcillosos, en general

suelos blandos, se recomienda encarecidamente no realizar este ensayo en grava, roca o arcilla consolidada, debido a que el equipo de perforación puede resultar dañado al ser introducido en ese tipo de estratos.

El ensayo consiste generalmente en una maza de peso 63,5 kg que se deja caer libremente desde una altura de 76,2 cm sobre un varillaje, de esta forma él toma muestras o “cuchara” comienza a penetrar en el suelo, éste suele tener 2 pulg de diámetro exterior y 1 3/8 pulg de diámetro interior.

El objetivo del ensayo es hacer que la cuchara penetre un total de 3 tramos de 15 cm en el estrato de suelo, contando la cantidad de golpes que se necesitó para que penetrara los dos últimos tramos, vale decir, los últimos 30 cm, se recomienda realizar este tipo de ensayo con equipos automáticos para garantizar que la aplicación se realizó en intervalos de tiempo exactos y con la misma energía de impacto



Fuente: <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/estudios-geotecnicos/ensayo-spt/>

Figura 1-7: Equipo SPT

1.1.2.1 Procedimiento de ensaye

Primero se debe realizar un sondeo previo hasta alcanzar la cota del estrato que se desea ensayar, limpia cuidadosamente.

Se debe detener el sondeo y se cambia el equipo de perforación por el equipo de ensayo descrito anteriormente.

Una vez que todo está en su lugar, se procede a marcar el extremo superior del tubo en 3 secciones de 15 cm cada una, con tal de verificar el avance del “toma muestras” al ser hincado.

Se comienza con el ensayo hincando la cuchara con la maza y se cuenta la cantidad de golpes que se necesitaron para que penetrara la sección 2 y 3 marcadas, la sección 1 se descarta.

Finalmente se saca el “toma muestras” y se procede a guardar la muestra de suelo que obtuvo, pues puede ser utilizada para realizar ensayos en laboratorio.

1.1.2.2 Resultados

Terminado de realizar el ensayo, se procede a obtener los resultados, para ellos se suma la cantidad de golpes que se necesitó para hincar la sección 2 y la cantidad de golpes que se necesitó para hincar la sección 3, el resultado del ensayo se rechaza si se necesitaron más de 50 golpes para hincar cualquier sección de 15 cm. Por lo general, se dice que un suelo es bueno para fundar cuando el resultado de este ensayo es superior a 30.

Tabla 1-1: Compacidad en suelos granulares

Compacidad	N.º de golpes
Muy suelta	< 4
Suelta	4 – 10
Compacta	10 -30
Densa	30-50
Muy densa	< 50

fuelle:https://www.academia.edu/5346267/ensayo_de_penetracion_estandar_standard_penetration_test_astm

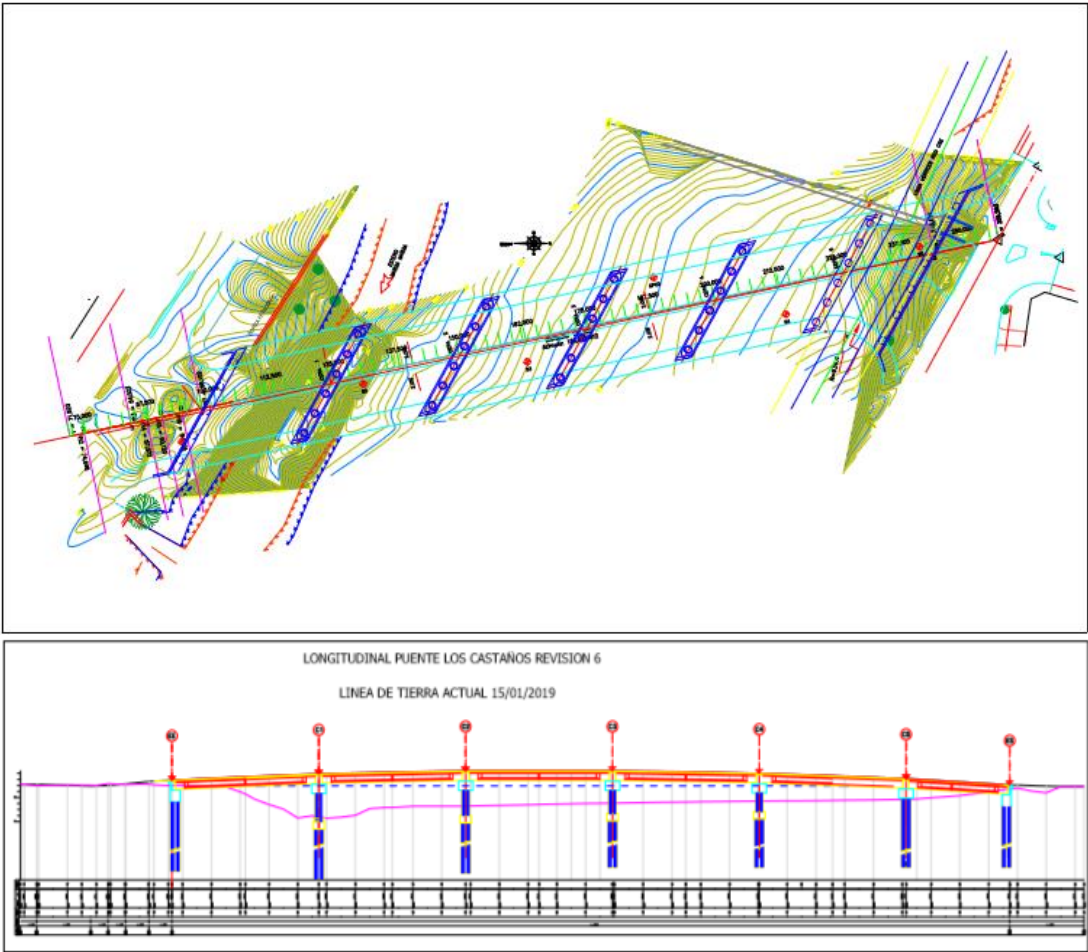
Los resultados de este ensaye que se obtuvieron en los sondajes del proyecto “Puente Los Castaños” se encuentran descritos en la columna derecha de números junto a los planos de sondajes (ver figuras 1-2 a 1-6).

Por todo lo anterior, se concluye que los pilotes serán fundados en una cota adecuada, debido al tipo de estrato en el cual se encuentran y debido al resultado obtenido en este ensayo.

1.2 **TOPOGRAFÍA**

Parte del diseño estructural del puente, consta de obtener la línea de terreno natural sobre la que se construirá, la cual se presenta de manera más uniforme en su tramo central presentando una pequeña pendiente y el lecho aparente del estero. En los tramos más exteriores, se presentan mayores inclinaciones, especialmente por el lado de la calle: “1 Norte”.

Para ello, utilizando elementos topográficos se tomaron tanto perfiles transversales como el longitudinal, obteniendo también las curvas de nivel vistas desde planta.



Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA.

Figura 1-8: Perfil longitudinal y curvas de nivel

1.3 **HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA**

La hidráulica es aquella que estudia las características del lecho en general, tales como sus cotas y desnivel, su coeficiente de rugosidad, su área pluvial y su variación de escurrimiento, dichos factores deben ser tomados en cuenta al momento de obtener la cota de aguas en un periodo de retorno de 100 años.

En cuanto a la hidrología, nos permite estimar mediante tres métodos las crecidas que pueda haber en distintos periodos de retorno (Método DGA-AC, Método de Verni y King modificado y el Método Racional). Éstos son aplicados a aportes pluviales siempre y cuando se calcule un periodo de retorno menor a 100 años y la superficie de la cuenca sea menor a 10.000 m².

En el presente trabajo se habla sobre el método de formula racional, el cual consiste en calcular el caudal instantáneo máximo del periodo de retorno deseado mediante la siguiente formula:

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6}$$

Donde:

Q = Caudal instantáneo máximo Para el periodo de retorno calculado en m³/seg.

C = Coeficiente de Escorrentía asociado al periodo de retorno.

I = Intensidad media de lluvia asociada al período de retorno T y a una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca pluvial, expresada en mm/hr.

A = Área pluvial aportante expresada en km².

El procedimiento de cálculo consiste básicamente en determinar el coeficiente de escorrentía que es función del período de retorno, de la ubicación geográfica de la cuenca y de la intensidad de la lluvia de diseño.

El coeficiente de escorrentía se obtiene en base a la ubicación de la cuenca y al periodo de retorno que se quiere calcular, mientras que la intensidad se obtiene mediante las tablas I-D-F (Intensidad, duración, frecuencia) usando datos aportados por estaciones meteorológicas.

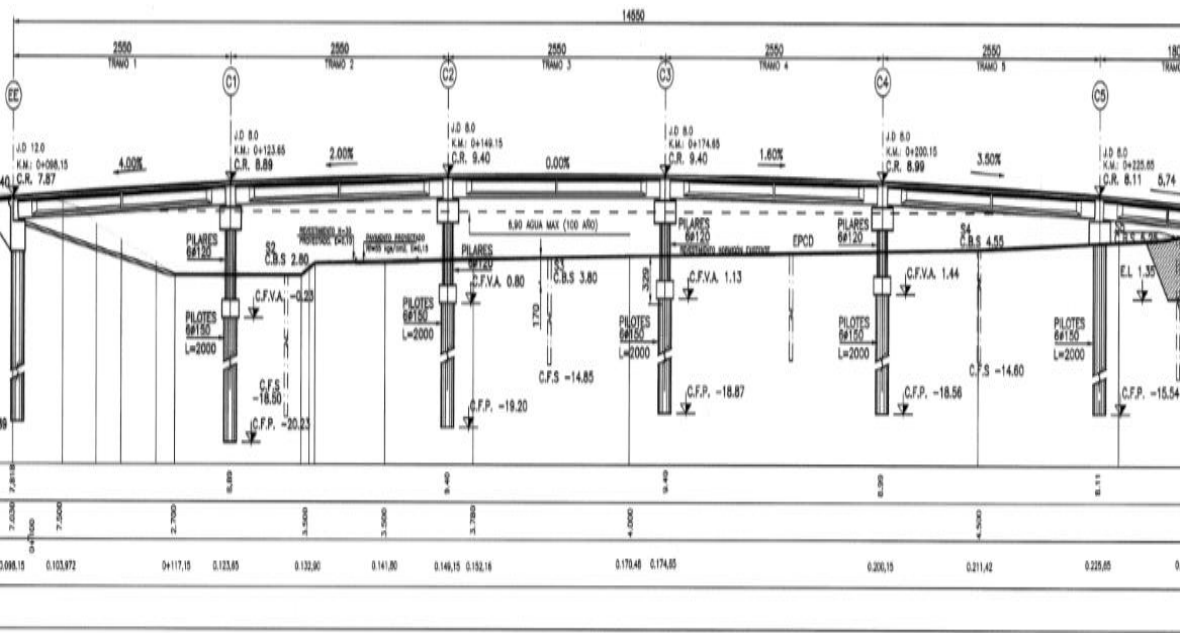
Debido a que no se tienen a disposición los datos anteriores respecto de la cuenca del estero Marga Marga, no se realizan cálculos en el presente trabajo.

Ya calculado el caudal instantáneo máximo para un periodo de retorno en 100 años, se toman en cuenta los datos hidráulicos de la cuenca y los datos topográficos, de esta forma se puede estimar el nivel de cota que alcanzaría dicho aumento de caudal.

Este dato es fundamental para obtener la elevación que tendrá el puente finalmente, ya que por norma las vigas deben quedar a los menos a 1 mts sobre el nivel del agua.

Por el hecho de pertenecer a la categoría de puentes urbanos, no se pudo cumplir la norma anterior en su totalidad, ya que se tendría que elevar el puente aún más en sus extremos, quedando una pendiente muy abrupta en los movimientos de entrada y salida del viaducto. Por esta razón las vigas extremas quedan por debajo de la cota de aguas máximas y las centrales cumplen con la norma.

Para que la cota de aguas máximas tenga el valor pronosticado, se implementara un revestimiento en la totalidad del lecho real debido a que aumentara la velocidad del caudal al reducir la fricción con el terreno natural, reduciendo también la cota de aguas que ésta pueda llegar a alcanzar.



Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA

Figura 1-9:Cota de aguas máximas en 100 años

CAPITULO 2: PROCESOS CONSTRUCTIVOS

2 PROCESOS CONSTRUCTIVOS

En el presente capítulo se describen los procesos de construcción para los elementos comprendidos entre la infraestructura y la losa de puente.

2.1 INFRAESTRUCTURA

En esta sección del capítulo 2 se especifican procedimientos constructivos para las partidas comprendidas entre la construcción de pilote y cabezales, correspondientes a la infraestructura del puente, teniendo esta como función, distribuir las solicitaciones o esfuerzos al terreno de fundación.

2.1.1 Pilotes

Los pilotes son elementos estructurales utilizados para constituir las fundaciones de obras de gran envergadura o en aquellos casos en que los estratos superficiales del terreno no permiten la construcción de una fundación simple, debido a su falta de capacidad de soporte, entre otras cosas.

Los pilotes tienen como principal función transmitir las cargas de la superestructura y la infraestructura, al terreno de fundación, tienen forma de columna y existen de distintos tipos según el método empleado para construirlo.

El proyecto “puente los castaños” posee del tipo: pilotes preexcavados (in-situ) lo que quiere decir que los pilotes se fabricaran en terreno, con hormigón armado. Tendrá un total de 5 cepas, formadas por 6 pilotes cada una, un estribo de salida que será conformado por la misma cantidad de pilotes que las cepas y un estribo de entrada que estará formado por 5 pilotes, dando un total de 41 pilotes en el proyecto (ver figura 1-1)

Como especificaciones técnicas generales: los pilotes tienen un diámetro de 150 cm con un recubrimiento de 10 cm y tienen aproximadamente 20 mts de profundidad.

Al momento de su construcción, para verificar el suelo de fundación bajo la punta de los pilotes, el primer pilote construido de cada estribo y cepas será considerado como un pilote de prueba, cuya longitud se alargará 7 mts más, bajo la cota de fundación especificada en el proyecto, este proceso estará bajo la supervisión del mecánico de suelos de la empresa contratista.

Tabla 2-1: Carga pilotes

	Carga de pilotes (ton)			
	Estática		Sísmica	
	Servicio	Admisible	Servicio	Admisible
Estribo	220	300	249	399
Cepa	283	300	371	399

Fuente: Registro Trébol LTDA.

La tabla anterior muestra las cargas para las cuales fueron diseñadas los pilotes y lo que se debería cumplir en tales condiciones de estática y durante un sismo.

2.1.1.1 Excavación de pilotes

Para la excavación de los pilotes (in-situ), se utilizarán los procedimientos descritos en el manual de carreteras 5.509.302(1) B “Método de construcción bajo agua” y 5.509.302(1) C “Método de construcción con encamisado metálico temporal”, pero modificando parte de dichos procedimientos con tal de adecuarse al método constructivo que más se ajuste al terreno.

Primero se debe instalar un encamisado metálico temporal en los primeros 5 mts de excavación, funcionando este como guía para que la excavación no se desvíe, éste deberá ser retirado una vez colocado el hormigón, de lo contrario se volverá imposible su extracción debido al fragüe.

Debido a la presencia de napas freáticas que impiden mantener la estabilidad del suelo durante la excavación, se debe usar un agente que mantenga la rigidez del agujero, para esto el manual de carreteras sugiere una lechada mineral, pero en este proyecto se reemplazará por un polímero, dicho componente se mezcla con el agua convirtiéndola en viscosa, para terminar estabilizando el suelo durante un periodo de tiempo, el cual debe ser suficiente para la colocación de armaduras y el posterior hormigonado. En comparación con la lechada mineral, el polímero presenta mejores resultados y menor impacto ambiental.

La excavación se realizará mediante una broca rotatoria que perforará el terreno hasta el final de la cota de fundación, mientras esta avanza, habrá una bomba que distribuya el polímero y con la ayuda de una pala, se limpiará la excavación.

La broca posee unos dientes, los cuales se desgastarán a medida que se vayan usando, por lo que cada cierta perforación se deberá cambiar.

La excavación deberá realizarse una vez que esté efectuado el replanteo de los ejes de los pilotes.

Se deberá llevar un registro continuo de cada pilote donde se verifique la profundidad y la calidad del terreno.

Durante la excavación es posible ajustar la cota de fundación de los pilotes preexcavados que estaba establecida en el proyecto, si se determina que el material de fundación encontrado durante la excavación no es el adecuado o es diferente al anticipado en el diseño del pilote.

Se deberán determinar las características del material que se encuentra en la zona de apoyo del pilote, aprobando así las partidas venideras.



Fuente: Fotografía en terreno.

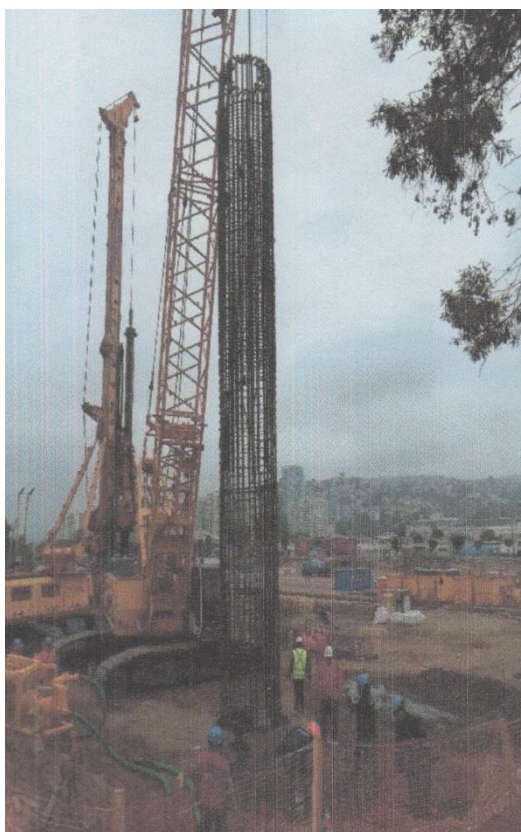
Figura 2-1: Pilotera

2.1.1.2 Colocación de armaduras

Una vez obtenido el sello de fundación del pilote, se procederá con la colocación de armaduras de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

Los empalmes de armaduras se deberán cumplir estrictamente como se menciona en el proyecto, procurando que existan la menor cantidad de éstas en zonas de solicitaciones altas y deberán cumplir con la norma AASHTO Standard Specifications For Highway Bridges 17th Edition. Los espaciadores de acero u otros dispositivos espaciadores no corrosivos deberán ser utilizados a distancias no mayores de 150 cm a lo largo del pilote, de manera de garantizar la ubicación concéntrica de la malla de armaduras en el espacio dejado por la excavación y si la armadura longitudinal es de diámetro superior a 25 mm, el espaciamiento descrito deberá ser menor a 300 cm.

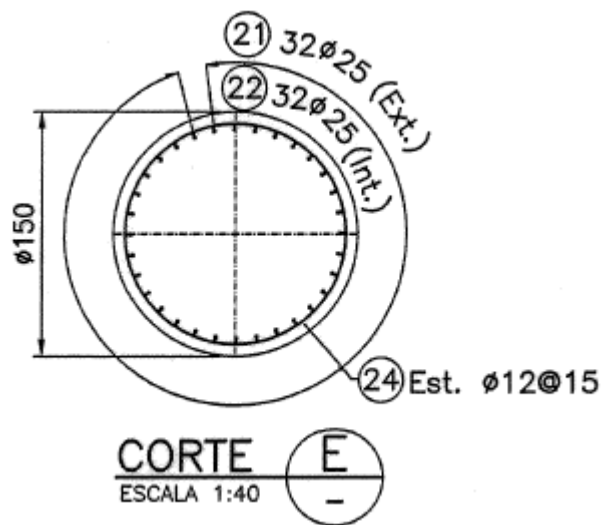
La separación entre armaduras longitudinales y transversales deberá permitir una correcta colocación y compactación del hormigón en condiciones difíciles de trabajo.



Fuente: Registro Trébol LTDA.

Figura 2-2: Armadura de pilotes

Como se puede apreciar, hay mayor cantidad de armaduras transversales en el tramo inicial del pilote, espaciadas cada 7,5 cm y 15 cm en el resto, las armaduras transversales están formadas por fe Ø 12 mm y del tipo de acero A63-42H con resaltes para ambos tipos de armaduras.



Fuente: Registro Trébol LTDA.

Figura 2-3: Armadura de pilotes planta

2.1.1.3 Hormigonado

Una vez que las armaduras estén correctamente posicionadas, se comenzara con el proceso de hormigonado, utilizándose el método tremie metálico, basado en un embudo y un tubo de 6 pulg, se utiliza en una operación continua para evitar la segregación del hormigón.

Se comenzará ensamblando al tremie todos los tramos de tubo que sean necesarios para llegar al fondo de la cota de fundación, luego comenzará el vaciado del hormigón controlando que éste no posea una caída superior a los 1,5 mts de altura.

El tremie deberá mantenerse en todo momento con su punta hundida a lo menos en 2 mts en el hormigón fresco, con esto se consigue que el hormigón que ha sido contaminado aflore a la superficie para su posterior eliminación.

A su vez que se está realizando el vaciado de hormigón, se utiliza la bomba que distribuye el polímero en forma inversa, de esta forma captar el agua con polímero sobrante que ha quedado en la excavación, para ser almacenada en piscinas donde se deja decantar y se prepara para su reutilización.



Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA.

Figura 2-4: Hormigonado de pilotes

A medida que avanza el vaciado, se le extraen tramos al tremie, así hasta completar la tarea. Es estrictamente necesario que esta partida se realice como una faena continua, sin aceptarse la interrupción de ésta.

Terminado de hormigonar se debe retirar el encamisado superficial temporal.

Los hormigones utilizados deben ser del tipo H5 en el emplantillado y H30 en el resto de la estructura, deben poseer un tamaño máximo de árido de 20mm y un asentamiento de cono de 18 cm +/- 5 cm.

Se debe tener especial cuidado en cuanto a rendimiento en el vaciado de hormigón, es normal que se utilice un poco más de la cantidad de hormigón calculada para el pilote, sin embargo, si se termina el pilote y se usó menos de la cantidad calculada, puede significar que hubo un

derrumbe en la excavación durante el hormigonado, en cual caso el pilote quedará cortado y debe ser rechazado, teniendo que demoler y realizar todo de nuevo, o como opción mas viable, construir otro pilote a la distancia descrita por la norma del pilote fallado.

2.1.1.4 Terminado de cabezal

Debido a que el hormigonado se ha hecho en el método “bajo agua” se deben eliminar los primeros 0,5 mts del hormigón del pilote, debido a que éste se encuentra contaminado. Se debe respetar la penetración del hormigón en el dado de amarre según se estipule en el proyecto.

Es posible que las armaduras verticales resulten dañadas durante el proceso de demolición del cabezal o en el proceso mismo de construcción del pilote, siendo éste el caso, se deben reparar inmediatamente teniendo el contratista que financiar todos los cosos que esta falla implique.

Para la demolición de los cabezales se utilizarán martillos hidráulicos, por lo cual el operario debe usar todas los EPP que esta tarea requiera.



Fuente: Fotografía en obra

Figura 2-5: Demolición de cabezal

Terminado la demolición, se instalan los moldajes en el cabezal a los cuales se les agrega desmoldante para evitar la adherencia del hormigón.

Se utiliza un puente de adherencia en la superficie del hormigón viejo que ha quedado en el pilote para conservar el monolitismo de la estructura.

Finalmente se procede a hormigonar el cabezal del pilote por segunda vez y se retira el Moldaje.

2.1.1.5 Ensayo de Integridad de pilotes

La estimación de la integridad de pilotes preexcavados de hormigón armado se obtiene por medio de una prueba no destructiva basada en la ecuación de ondas, conocida como prueba eco-sónica o prueba dinámica de baja deformación o PIT.

Descripción del equipo:

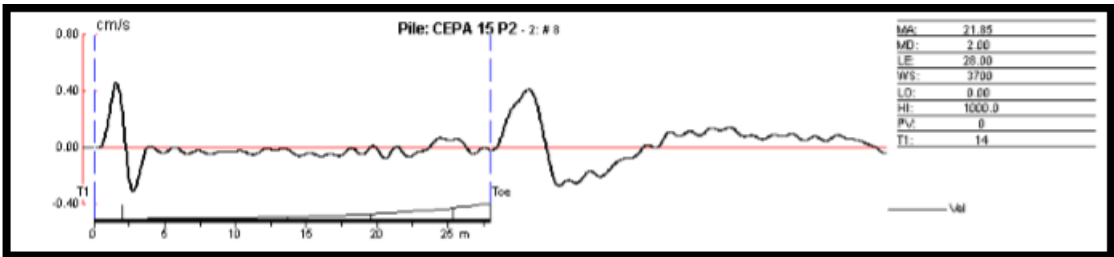
- Pile Integrity Tester de 2 canales,
- Acelerómetro,
- Martillo de 3.5 lb para estimación de velocidad de partícula,
- Martillo de 8.8 lb para estimación de cambios de impedancia,
- PITW 2009-2 Software para análisis de datos de integridad de pilotes.



Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA.

Figura 2-6: Equipo utilizado en PIT

El método de prueba eco-sónica o prueba dinámica de baja deformación consiste en provocar una serie de ondas que generen bajas deformaciones en la estructura; la fuente es emitida sobre la superficie del pilote usando la maza de 3.5 lb. Las ondas, reflejadas por la estructura, son registradas por uno o dos artefactos llamados: “acelerómetros” instalados sobre la superficie del pilote, lo que permiten obtener la curva de variación de velocidad de partícula de ondas reflejada, en función del largo del pilote. A partir de esta curva se puede estimar la integridad del pilote en estudio, cómo varía su sección en algunos casos y posibles fallas críticas a lo largo en éste (angostamientos, estrangulaciones, vacíos, etc.).



Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA.

Figura 2-7:Velocidad de partícula a lo largo del pilote en estudio

En la Figura anterior, la velocidad de la onda ha sido amplificada con una función exponencial con la profundidad para mejor visualización de sus variaciones. Un valor positivo podría significar una anomalía y un valor negativo un ensanchamiento del pilote.

La estimación del perfil del pilote se puede obtener por el cálculo del cambio de impedancia a lo largo del pilote. Un cambio de impedancia se correlaciona con un cambio directamente proporcional al área de la sección a lo largo del pilote. La impedancia a lo largo del pilote se puede evaluar como:

$$Z[x]= E \cdot A[x]/c$$

Donde:

Z: Impedancia a lo largo del pilote.

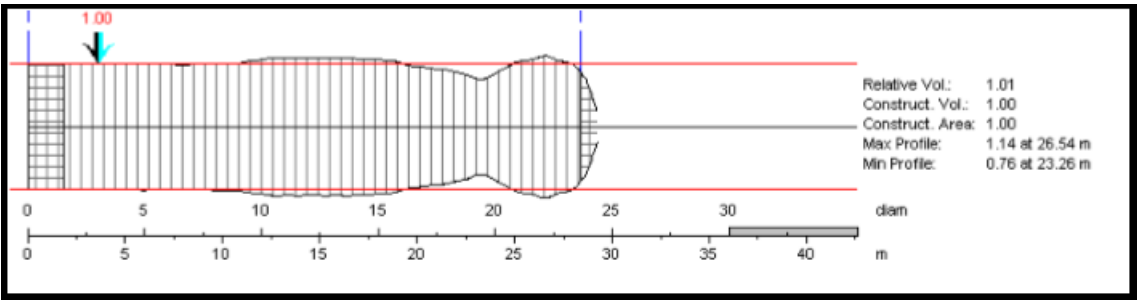
E: Modulo de Elasticidad del medio considerado

A[x]: Área transversal a lo largo del pilote en estudio.

c: Velocidad de propagación de partícula.

El módulo de elasticidad E del pilote y la velocidad de propagación de partícula c son constantes. Esta última puede variar entre 3500 y 4100 m/s, según el tipo de hormigón que se considere.

Despejando el área de la ecuación anterior, se puede estimar el cambio de área a lo largo del pilote en función del cambio de impedancia, obteniendo el perfil del pilote.



Fuente: Empresa Trébol LTDA

Figura 2-8: Perfil Estimado del Pilote a Través de la Variación de la Impedancia

Además, se pueden estimar otros datos los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2-2: Datos del Pilote

Datos del pilote		
Diámetro	1,5	[mts]
Largo	21,37	[mts]
Área Transversal	17671,5	[cm2]

Masa Mazo	5,4	[kg]
Velocidad de onda	4102	[m/s]
Peso específico	2,4	[tn/mts]

Fuente: Registro Empresa Trébol LTDA

Según se muestra en la curva de velocidad de propagación de partículas del pilote en estudio, se observa una correcta proporción entre la velocidad de partícula v/s la fuerza en los primeros 2,5 metros aproximadamente. Se observa una correcta tensión en la punta del pilote, ajustándose el largo del pilote a lo indicado en protocolos de control. La velocidad de propagación se estima en 4102 m/s, estando en rango normal para el tiempo de fraguado del hormigón. No se presentan reflexiones importantes a lo largo del pilote que indiquen fallas, ni daños.

Respecto del perfil considerado, no se presentan cambios importantes de impedancia a lo largo de éste. El diámetro actual es algo mayor al nominal a partir de los 10,5 metros, se espera que el volumen de hormigón utilizado haya sido levemente mayor al nominal.

Por lo anterior, el pilote estudiado pertenece a un pilote sin indicaciones de problemas estructurales.

2.1.1.6 Control de calidad y protocolos

Con el fin de asegurar el uso de procedimientos correctos al momento de su construcción, se registra todo el avance de la partida mediante las hojas de protocolo, las cuales se encargan de anotar todos los detalles en los diferentes procesos constructivos para detectar algún error durante la construcción y asegurar la calidad del elemento.

El procedimiento para verificar la calidad de los pilotes en sus diferentes procesos constructivos consiste en registrar primeramente sus coordenadas, la desviación en su posicionamiento, su longitud, diámetro y la cantidad estimada de mts³ de hormigón calculados según el volumen de excavación, luego se registran las siguientes cotas o niveles:

- Nivel del terreno al inicio de la excavación
- Nivel de trabajo Instalación de la maquinaria pilotera
- Nivel Freático observado
- Nivel punta del pilote
- Altura desde el nivel de terreno a la punta del pilote

- Nivel superior camisa temporal
- Nivel de estrato de fundación

Se verifica diámetro exterior, longitud y nivel superior de la armadura después de ser instalada, verificando también que su diámetro, cuantía, amarras y separadores se encuentren dispuestos según indican los planos.

Se verifica la integridad y la correcta instalación del Tremie.

Se verifica tipo de hormigón según guía de despacho y que éste cumpla con lo especificado por el proyectista, se verifica el volumen teórico pronosticado y se compara con el volumen real de hormigón vaciado, teniendo en cuenta la cantidad de hormigón cargados en camiones según guías de despacho para calcular el margen de pérdidas y se verifica el largo de demolición de cabezal del pilote.

Se debe registrar la fecha y hora de inicio como la fecha y hora de término de la excavación, colocación de armaduras, instalación de Tremie y del vaciado de hormigón, anotando para este, la cantidad pronosticada y la cantidad real de hormigón que fue vaciada, con el fin de calcular la cantidad de hormigón adicional que se usó.

Se debe registrar la cantidad de camiones que se usaron, anotando de cada uno de ellos los mts³ teóricos de hormigón que transportan, el descenso de cono de cada uno, la hora de inicio y término del vaciado de cada camión, su respectiva guía de despacho y finalmente, registrar una toma de muestras del hormigón en probetas para ensayos en laboratorio (ver anexo protocolo control de ejecución de pilotes).

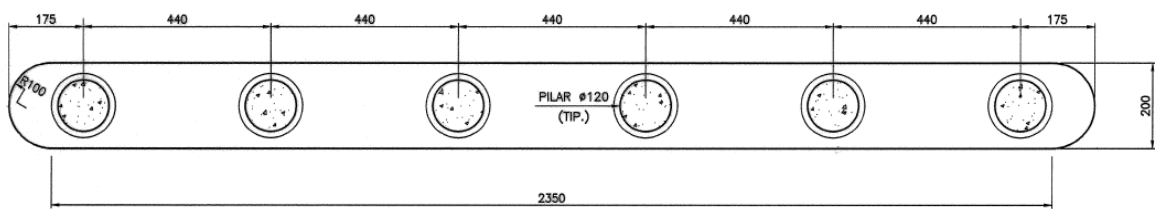
A diferencia del ensaye PIT, los protocolos son determinantes, esto quiere decir, un mal protocolo es suficiente para rechazar el pilote y ordenar su demolición o según su estado de avance, la construcción de uno nuevo, utilizando las normas del manual de carreteras para aquellos casos. Un mal resultado en el ensaye de ecosonda no es suficiente para rechazar un pilote, debido a que se deja llevar más que nada por la interpretación y no siempre pueden representar datos reales.

2.1.2 Dado de amarre

Con el objetivo de conservar el monolitismo estructural y la correcta distribución de solicitaciones hacia los pilotes, se realiza un dado de amarre, el cual une los cabezales de los pilotes tal que la estructura funcione como un solo elemento, también cumple el objetivo de empalmar las columnas o elevaciones con los pilotes.

El proyecto consta de un total de 4 dados de amarre en total, excluyéndose de estos: los estribos de entrada y salida, y la cepa N°5, debido a que su cota en relación con el estribo de salida y la cota en la que debe terminar el puente, no le permite la construcción de elevaciones, por lo que solo estará formada por los pilotes y un cabezal terminado sobre éstos, en la cual se apoyaran las posteriores vigas.

Como especificaciones técnicas generales, las vigas de amarre tendrán un recubrimiento de 7,5 cm y tendrán una dimensión de 23,5 mts de longitud, 2 mts de ancho y 1,5 mts de alto.



Fuente: Registro Trébol LTDA

Figura 2-9: Planta Viga de Amarre

2.1.2.1 Colocación de armaduras

Posterior al terminado de cabezales de los pilotes, se debe acondicionar el terreno para la correcta disposición de las armaduras, en algunos casos será necesario realizar una excavación la cual deberá ser reforzada con entibaciones para evitar derrumbes, debido a la inestabilidad que poseen los estratos superiores que componen el terreno y a la presencia de escorrentía subterránea.

Junto con la excavación deberán disponerse bombas para extraer el agua presente y así no dificultar el trabajo, además de evitar la contaminación del posterior hormigonado.



Fuente: Fotografía en terreno

Figura 2-10: Armadura dado de amarre

Realizados estos preparativos se puede proceder en la instalación de las armaduras, las cuales estarán compuestas por acero A63-42H con resaltes.

Tanto armaduras longitudinales como transversales estarán compuestas por fe Ø 12 mm.

Se debe tener en cuenta, al momento de colocar las armaduras, que los cabezales de los pilotes penetren en la viga lo especificado en el proyecto para asegurar un correcto empalme de las armaduras.

En este punto, las armaduras pertenecientes a las elevaciones también deben ser colocadas asegurando también el empalme con estas.

2.1.2.2 Moldaje y hormigonado

Colocadas correctamente las armaduras, se procede a instalar moldajes, estos serán de tipo metálicos los cuales permiten mejores resultados en cuanto a terminaciones y tienen gran capacidad de reutilización.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-11: Hormigonado dado de amarre

A los moldajes se les deberá aplicar una capa de desmoldante para facilitar el proceso de desencofrado.

Ya instalados los moldajes se procede a hormigonar, se utilizará hormigón del tipo H30 con descenso de cono 10 ± 2 cm.

Debido a que un solo camión no puede suplir la cantidad de hormigón para terminar por completo el dado de amarre, el vaciado de hormigón se deberá realizar en forma de capas parejas, usando el vibrador manual de inmersión para quitar el aire ocluido.

Es importante que no transcurra mucho tiempo desde la fabricación del hormigón hasta su posterior vaciado.

Previo al hormigonado se debe aplicar un puente de adherencia al hormigón en los cabezales de los pilotes, con el fin de obtener una correcta unión entre el hormigón viejo y el hormigón nuevo, continuando así con el monolitismo estructural.

Terminado el hormigonado, se debe retirar el Moldaje para finalmente aplicar una capa de impermeabilizante en la cara superior del dado, se realiza curado por aspersión.

En caso de haber realizado una excavación, se debe retirar las entibaciones y realizar un relleno estructural, el cual deberá ser compactado con rodillo en forma de capas.

2.1.3 Elevaciones

Las elevaciones son los pilares sobre los cuales se construirán los cabezales, que sostendrán las vigas y se encargaran de distribuir las fuerzas o solicitaciones de la superestructura a los pilotes, los cuales se encargaran de transferirlas al terreno de fundación.

Se distribuirán desde la cepa numero 1 a la cepa número 4, ya explicado anteriormente por qué la cepa numero 5 no lleva este tipo de estructuras.

Las cepas constarán de un total de 6 pilares o columnas, las cuales tendrán 120 cms de diámetro.

Como especificaciones técnicas generales, las elevaciones tendrán un recubrimiento de 7,5 cms y usará armaduras de acero tipo A63-42H con resaltes, con un diámetro de fierro de 12 mm de espesor.

Usará hormigón de grado H30 con asentamiento de cono de 10+- 2 cm y tamaño máximo de árido de 20 mm.

Las elevaciones poseen largos variables de pendiendo en la cepa en la que se encuentren, esto se debe a la forma parabólica que posee el puente, teniendo las cepas del centro, las elevaciones con largos mayores, los cuales disminuyen a medida que se acerca a los extremos.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-12: Elevaciones

2.1.3.1 Moldaje y Hormigonado

Al encontrarse ya las armaduras de las elevaciones dispuestas y empalmadas, siendo instaladas en el punto de las armaduras de los dados de amarre, solo queda instalar sus moldajes y ser hormigonados.

Se debe instalar los andamios para facilitar la colocación de moldaje, los trabajadores deberán usar arnés de seguridad al momento de trabajar aquí.

El moldaje por utilizar será de tipo metálico, por lo que deberá ser ensamblado según las especificaciones técnicas dadas por el fabricante al cual fueron arrendados.

Se debe aplicar un desmoldante al moldaje con el fin de facilitar el proceso de desencofrado del hormigón, se espera que con esto se logre también una mejor presentación del hormigón como resultado final.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-13: Montaje de moldaje elevaciones

Se debe limpiar la base de la columna en el dado de amarre, sector que se debe dejar rugoso al momento de hormigonarlo, esto con el fin de permitir una mayor adherencia entre hormigón viejo y hormigón nuevo.

Se procede a aplicar un puente de adherencia en la base de las columnas, con el fin de conservar el monolitismo estructural entre el dado de amarre y la elevación.

Ya realizados todos los preparativos, se comienza con el proceso de hormigonado, para ello se utiliza el método de manga de hormigón bombeado, con el cual se vacía el hormigón a través de una manguera flexible y es impulsado por bombas.

El proceso deberá realizarse en forma continua para evitar la segregación de los áridos, controlando que la altura de caída del hormigón no sea mayor a 1,5 mts de altura.

Se debe dejar la parte superior de la armadura sin hormigonar, esto es debido a que ese sector de armadura penetrará en la armadura del cabezal, empalmándose estas y conservando el monolitismo estructural, se realiza curado por aspersión.

Se debe llevar el control de los metros cúbicos de hormigón que han sido vaciados en la construcción del pilar.

Por ningún motivo se puede permitir la interrupción de dicha partida debido a los problemas que presentara más adelante, como, por ejemplo, la falta de monolitismo y cohesión entre hormigones viejos y nuevos.

Durante la faena, los trabajadores deberán usar su EPP correspondientes para reducir las posibilidades de accidentes.

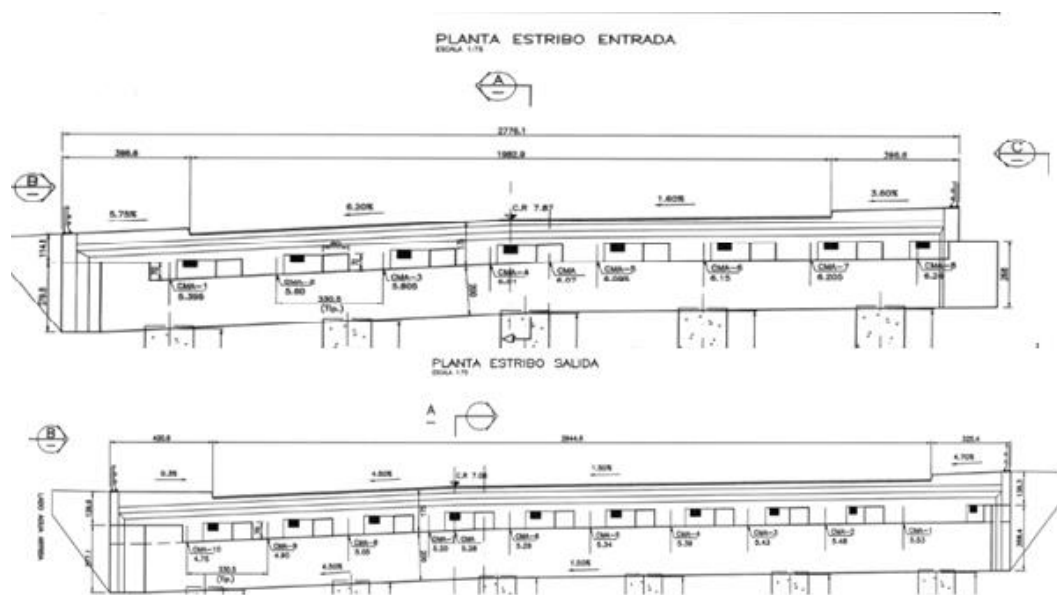
2.1.4 Estribos

Los estribos son elementos constructivos destinados para formar los soportes extremos en la construcción de los puentes, Clasificándose en distintos tipos según su forma, y según su posición, en estribo de entrada y de salida. El tipo de estribo utilizado en este proyecto será el estribo cerrado ya que consta de “alas”.

Entre sus características principales, se encuentran la de servir como apoyo a las vigas y distribuir las solicitaciones a los pilotes de los estribos, también se encarga de sostener las tierras de los terraplenes de acceso a la obra y procurar que mantengan su forma, además de sostener las losas de acceso. Se debe tener cuidado con su altura por ello es recomendable aumentar la longitud del puente a aumentar la altura del estribo.

Entre sus principales funciones se encuentra la de servir como punto de transición entre la losa de acceso y la losa del puente, proteger a las tierras de terraplén de la erosión, tanto fluvial, pluvial, eólica, entre otras.

En este proyecto, tanto el estribo de entrada como el de salida son diferentes entre sí, ya sea en su forma estructural, en la cantidad de pilotes que poseen de base, en la cantidad de vigas que están dispuestos a soportar, además de los accesos que les deben ser construidos, sin embargo, sus especificaciones técnicas en cuanto a normas constructivas son idénticas.



Fuente: Registro Trébol LTDA.

Figura 2-14: Estribos de entrada y salida

2.1.4.1 Colocación de Armaduras.

Para la realización de esta partida, se requiere que los cabezales de los pilotes ya se hayan demolido y que la armadura de estos se encuentre en óptimas condiciones.

Los empalmes de fierros deberán cumplir con las normas mínimas de traslapo y anclaje según AASHTO 2002, procurando que existan la menor cantidad de empalmes posibles en las zonas de altas solicitaciones y, además, que estos por ningún motivo se presenten de manera lineal, sino que de forma alternada.

La separación de las armaduras transversales tanto como longitudinales deben permitir una correcta colocación del hormigón en condiciones difíciles de trabajo, con el fin de evitar huecos y nidos de piedras.

Se debe procurar que la armadura de los pilotes penetre en el estribo lo especificado en el plano, permitiendo un correcto empalme entre estas secciones estructurales.

Este proceso deberá incluir la armadura de los topes sísmicos, del muro frontal del estribo, de sus alas y de los dientes que sostendrán a la losa de acceso.

Como especificaciones técnicas generales para ambos estribos se usará un acero del tipo A63-42H con resaltes, se usarán fierros exteriores Ø16 @ 20 y fierros interiores Ø12 @ 20, también se usarán estribos Ø12 @ 20.



Fuente: Fotografía tomada en obra.

Figura 2-15: Armadura de estribos

2.1.4.2 Moldaje y hormigonado

Se debe comenzar instalando los separadores a la armadura de los estribos, estos serán del tipo cubos de hormigón, procurando que se mantenga el recubrimiento deseado, para este caso, se pide un recubrimiento de 5 cm de espesor.

Se deben dejar instaladas las barras antisísmicas antes de comenzar el proceso de hormigonado, asegurando una correcta unión con estas.

Debido a la forma de la barra, es importante que sea colocada en este punto, pues será imposible hacerlo después.

Mediante perfiles y pernos, se deja en posición la placa de distribución que forma parte de las placas de apoyo, con el fin de crear un receso para su posterior instalación.

Una vez que todo este correctamente instalado, se procede a montar los moldajes del tipo metálico alrededor de la base del estribo.



Fuente: Fotografía tomada en obra.

Figura 2-16: Hormigonado de estribo

Se aplica un desmoldante con el fin de facilitar el trabajo de desencofrado del hormigón.

Antes de comenzar el proceso de hormigonado, se debe procurar que la superficie del hormigón del pilote haya quedado en terminación rugosa, mejorando la adherencia entre ambos elementos, también se debe aplicar un puente de adherencia entre el hormigón nuevo y el hormigón viejo con el fin de asegurar el mantenimiento del monolitismo estructural.

Se debe limpiar el cabezal del pilote, dejándolo libre de impurezas y sustancias que puedan contaminar al hormigón nuevo.

El hormigón para utilizar para toda parte que conforma el estribo será del tipo H30 con un descenso de cono de 10 +/- 2cm.

Se debe hormigonar por capas uniformes, esto es debido a que un solo camión no puede suplir la cantidad de hormigón suficiente para hormigonar todo de una vez.

Se debe tener cuidado en no esperar demasiado tiempo al momento de colocar la capa siguiente.

El vaciado del hormigonado se hará directamente desde el camión, cuidando que su caída no sea mayor a los 1,5 mts de altura, se usa curado por aspersión y se usa el vibrador de inmersión para quitar el aire ocluido.

Se deberá llevar un control de la cantidad de hormigón que se ha utilizado en la partida para luego ser comparado con lo especificado por el proyectista.

Los trabajadores deberán, en todo momento, utilizar los EPP que esta tarea requiera.

El estribo no se hormigonará completamente, primero se hormigonará su base y las alas, dejando los topes sísmicos y el muro frontal para luego de que se hayan instalado las placas de apoyo de las vigas, por lo tanto, los sectores de hormigón que dan continuidad a cualquiera de las partes antes mencionadas deberán dejarse en terminación rugosa.

Terminada de hormigonar la primera fase del estribo, deberá retirarse el moldaje antes de que estos se hayan adherido al hormigón, de lo contrario la extracción se volverá difícil.

Se debe aplicar una capa de impermeabilizante en el sector de hormigón que quedará sosteniendo al terraplén.

Antes de hormigonar la fase 2 del estribo, se deberá limpiar el hormigón viejo, dejándolo libre de impurezas y de elementos que puedan contaminar al hormigón nuevo.

Se deberá seguir el mismo proceso anterior en cuanto a la instalación de los moldajes, Usando separadores de hormigón para lograr un recubrimiento de 5 cm de espesor.

También se deben dejar instalados los recesos para la posterior instalación de barandas.

El moldaje para utilizar en los topes sísmicos será del tipo madera construido en obra, esto es debido a las dimensiones del elemento, al ser más pequeños, el arriendo de moldajes metálicos implicaría gastos adicionales innecesarios por parte de la empresa contratista.

Al igual que en el moldaje metálico, se debe aplicar un desmoldante al moldaje de madera para facilitar el desencofrado de hormigón.

Se debe aplicar un puente de adherencia entre el hormigón viejo y el hormigón nuevo para asegurar el monolitismo estructural.

Terminados todos los preparativos, se hormigona la segunda fase del estribo según se indica anteriormente, vaciando el hormigón directamente desde el camión y procurando que su altura de caída no sea mayor a 1,5 mts de altura, con el fin de evitar la segregación de los áridos, al igual que en la etapa anterior se usa curado por aspersión.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-17: Hormigonado topes sísmicos estribo

Se debe llevar un control de la cantidad de hormigón que se usó en el vaciado para compararlo con lo que especifica el proyectista en el plano.

Finalmente se deben extraer los moldajes antes de que el hormigón fragüe, de lo contrario la extracción se volverá difícil.

Debido a que el moldaje de madera no posee una buena terminación, se deben pulir todos aquellos elementos en los que se usó, además de los que quedaron con imperfecciones, con el fin de mejorar la terminación estética.

El proceso anteriormente especificado se debe hacer en forma manual mediante el esmeril angular, la tarea requiere que el trabajador use en todo momento los EPP que sean necesarios para evitar accidentes, también se debe tener consideración en usar el disco adecuado para la tarea.

Al igual que en la primera parte del estribo, se debe aplicar una capa impermeabilizante en aquellos sectores que quedaran sosteniendo el terraplén.

2.1.4.3 Relleno estructural

Con el fin de cubrir el espacio ubicado entre el estribo y la carretera, se construye un relleno estructural, de esta forma también se logra tener un nivel de cota adecuado para llevar a cabo la construcción de las losas de acceso de la obra.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-18: Relleno estructural

El procedimiento constructivo de un relleno se divide en etapas y operaciones, las cuales tienen como fin común conseguir las características resistentes exigidas en el proyecto, lo que asegura un correcto funcionamiento y una durabilidad adecuada a lo estipulado.

La calidad de un relleno depende en gran medida de la correcta colocación y tratamiento de los materiales utilizados en su construcción.

Una mala ejecución puede provocar algunos problemas que afecten en la funcionalidad de la losa de acceso, tales como grietas y fisuras, asentamientos, inestabilidad y colapso.

El proceso constructivo se divide en dos secciones: Operaciones previas y Construcción del relleno estructural.

Las obras previas se comienzan realizando un desbroce de toda materia orgánica, escombros, basura o cualquier otro material presente en el sector a construir, que pueda traer perjuicios a la normal ejecución o funcionamiento del proyecto.

Se debe proseguir con la eliminación de la capa vegetal del terreno, consiste en la capa más superficial del suelo y recibe ese nombre debido a su alto contenido de materia orgánica, la cual debe ser evitada en todo tipo de construcción, al poseer las características de suelos inestables incapaces de soportar esfuerzos.

La ejecución del relleno se compone de tres actividades cíclicas, las cuales son: Extendido (Se extiende una capa de material homogéneo sobre el suelo preparado, en lo posible de espesor uniforme), Humectación (Se acondiciona la humedad del suelo con el fin de obtener la humedad óptima y, por ende, un buen nivel de compactación en relación con la densidad máxima. Además, evita que las variaciones de humedad posteriores a la construcción provoquen cambios de volumen significativos) y Compactación (Aumenta la estabilidad y resistencia del terraplén, en este caso se realizara con rodillo compactador).

De esta forma, se construye el relleno estructural por capas no mayores a 20 cm, hasta alcanzar la cota adecuada especificada en el proyecto.

2.1.5 Cabezales

Los cabezales de los puentes son vigas transversales de hormigón armado que se ubican sobre las elevaciones o columnas y sobre los pilotes en el caso de la cepa N 5, su principal función consiste en transmitir y distribuir de manera homogénea las solicitaciones que le son transmitidas por la super estructura del puente, sosteniendo a las vigas y todas las cargas que estas deben soportar.

Al igual que los estribos, además de su base estarán constituidas por topes sísmicos que limitarán el movimiento de los travesaños durante un movimiento telúrico.

El proyecto “puente los castaños” consta de 5 cabezales en total, los cuales cumplen también la función de servir como amarre para las columnas y empalmarlas, constituyendo así una correcta difusión de solicitaciones.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-19: Cabezal terminado

2.1.5.1 Alzaprimado cabezales

Las alzaprimas son elementos verticales tubulares con altura regulables que sirve para sostener o soportar moldajes de vigas, losas u otros elementos horizontales de hormigón armado. El alzaprimado de cabezales constara de un equipo arrendado formado por las alzaprimas, una serie de vigas de acero y placas de apoyo de madera que sostendrán al cabezal y su moldaje.

En total se usarán dos juegos de alzaprimas en el proyecto que serán reutilizados en todos los cabezales, debido a su alto costo de arriendo, un mayor número de juegos tendría como equivalencia gastos innecesarios.

Se debe instalar las alzaprimas según las especificaciones del fabricante y utilizando los EPP que la faena requiera. Antes de instalarlos es recomendable acondicionar el terreno natural

en el cual irán instaladas, compactándolo y evitando así asentamientos que puedan causar daños al momento de realizar la partida.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-20: Alzaprimado de cabezales

El alzaprimado no se retirará terminado el hormigonado y fragua de cabezal, sino que se dejará hasta terminadas las labores de terminaciones de éste, además se debe también instalar una baranda de seguridad con materialidad de madera al borde de las placas de apoyo del alzaprimado para garantizar la seguridad de los trabajadores. Los cuales deberán usar arnés de seguridad.

2.1.5.2 Colocación de armaduras

Ya terminado de instalar el soporte para los cabezales y dejando que pasen las armaduras de las elevaciones a través de este, se procede a realizar la instalación de las armaduras para los cabezales, las cuales estarán compuestas por acero A63-42H con resaltes.

La armadura debe cumplir con las longitudes mínimas de traslapeo y anclaje propuestas por la norma AASHTO 2002, distribuyéndolas de forma en que exista la menor cantidad de

traslapos en zonas de altas solicitaciones y estos deben presentarse de manera alternada, por ningún motivo de manera lineal.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-21: Armadura de cabezales

Se debe procurar que la armadura de las elevaciones penetre en el cabezal lo especificado por el proyectista, de manera de empalmar correctamente ambas secciones estructurales.

Las armaduras deben estar constituidas por fierros longitudinales superiores e inferiores $\varnothing$ 20, fierros intermedios de $\varnothing$ 18 y estribos transversales de $\varnothing$ 15.

La separación de las armaduras transversales tanto como longitudinales deben permitir una correcta colocación del hormigón en condiciones difíciles de trabajo, con el fin de evitar huecos y nidos de piedras.

También se debe incluir la colocación de armaduras de los topes sísmicos de los cabezales, aunque se hormigonarán en etapas diferentes.

2.1.5.3 Moldaje y hormigonado

Se debe comenzar por instalar los separadores de hormigón en las armaduras, dejando un recubrimiento de 5cm de espesor entre la enfierradura y el moldaje.

Se deben dejar instaladas las barras antisísmicas antes de comenzar el proceso de hormigonado.

La forma de la barra antisísmica indica que debe ser instalada en este punto, pues será imposible hacerlo después.

Mediante perfiles y pernos, se deja en posición la placa de distribución que forma parte de las placas de apoyo, con el fin de crear un receso para su posterior instalación.

Antes de instalar el moldaje, se debe aplicar un desmoldante, facilitando así el proceso de desencofrado y mejorando las terminaciones.

Terminado con los preparativos, se procede a instalar los moldajes, estos serán en su mayoría del tipo metálico.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-22: Moldaje cabezal

Antes de comenzar con el hormigonado, se debe procurar que la superficie de las columnas se encuentre limpia, libre de materiales que puedan contaminar el hormigón, con terminación rugosa y se debe aplicar un puente de adherencia con anterioridad para conservar el monolitismo estructural entre ambas secciones.

Se procede a vaciar el hormigón mediante el método manga con bombeo, método elegido debido a la altura a la que se hormigonará el elemento, se debe usar el vibrador manual de inmersión para quitar el aire ocluido y se usa curado por aspersión.

Debido a que un camión no puede suplir la cantidad necesaria de hormigón para terminar el elemento, se debe rellenar por capas uniformes de igual espesor, cuidando que la altura de caída no sea mayor a 1,5 mts de altura, evitando así la segregación de áridos.

Se debe procurar que no transcurra demasiado tiempo entre una capa de hormigón y otra.

El hormigón por utilizar para todo elemento que conforma el cabezal será del tipo H30 con descenso de cono 10 ± 2 cm.

Se debe llevar registro de la cantidad de hormigón que se ha utilizado para luego ser comparado con lo especificado por el proyectista.

Los trabajadores deben utilizar en todo momento los EPP que esta partida requiera.

A igual que el estribo, el cabezal no se hormigonará del todo en una sola partida, se hormigonará su base y los topes sísmicos se dejarán para después de instalar las placas de apoyo para vigas, por lo tanto, los sectores de hormigón que dan continuidad a estos elementos se deben dejar en terminación rugosa.

Terminado de hormigonar la base de los cabezales, se debe retirar el moldaje antes de que se adhiera al hormigón y se dificulte su extracción.

Se debe demoler el hormigón contaminado por los recesos y retirar las placas de distribución situadas anteriormente, cuyos soportes se encuentran soldados a las armaduras del cabezal, quedando listo el receso para la posterior instalación de las mencionadas placas.

Antes de comenzar con la segunda fase de hormigonado, se debe limpiar el hormigón viejo dejándolo libre de impurezas y elementos que puedan contaminar al hormigón nuevo.

Se debe seguir con el proceso descrito en la primera fase, dejado separadores de hormigón para un recubrimiento de 5 cm.

El moldaje para utilizar en los topes sísmicos será del tipo madera construido en obra, esto es debido a las dimensiones del elemento, al ser más pequeños, el arriendo de moldajes metálicos en estos elementos implicaría gastos adicionales innecesarios por parte de la empresa contratista.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-23: Moldaje de topes sísmicos en cabezales

Al igual que el moldaje metálico, se le aplica un desmoldante con fines antes descritos.

Se debe aplicar un puente de adherencia entre el hormigón viejo y el hormigón nuevo para asegurar el monolitismo estructural.

Terminados todos los preparativos, se hormigonan los topes sísmicos del cabezal según se indica anteriormente, vaciando el hormigón mediante el método manga con hormigón bombeado y procurando que su altura de caída no sea mayor a 1,5 mts de altura, con el fin de evitar la segregación de los áridos.

Se debe llevar un control de la cantidad de hormigón que se usó en el vaciado para compararlo con lo que especifica el proyectista en el plano.

Finalmente se deben extraer los moldajes antes de que el hormigón fragüe, de lo contrario la extracción se volverá difícil.

Debido a que el moldaje de madera no posee una buena terminación, se deben pulir todos aquellos elementos en los que se usó, además de los que quedaron con imperfecciones, con el fin de mejorar la terminación estética.

El proceso anteriormente especificado se debe hacer en forma manual mediante el esmeril angular, la tarea requiere que el trabajador use en todo momento los EPP que sean necesarios

para evitar accidentes, también se debe tener consideración en usar el disco adecuado para la tarea.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-24: Posicionamiento placa de distribución

2.1.6 Instalación placas de apoyo

Las placas de apoyo consisten en una estructura de acero tipo “sándwich” las cuales cumplen la función de soportar las vigas y transmitir la carga a los respectivos cabezales o estribos y su calidad se verifica mediante ensayo DICTUC impartido por la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Este ensayo consiste en someter a los dispositivos a solicitaciones horizontales y verticales que representan los esfuerzos reales que deberán resistir cada uno de ellos una vez instalados y ante la eventualidad de un sismo. Los dispositivos son inspeccionados para detectar fallas de fabricación y además se calculan propiedades dinámicas de éstos que se utilizan para verificar los parámetros de diseño de los dispositivos. Se realizan ensayos de acuerdo con la norma chilena NCh.2745 y AASHTO.

Una vez terminado el desencofrado de los cabezales o los estribos, se comienza con la instalación de las placas de distribución, las cuales se encargarán de empalmar las placas de apoyo a dichas estructuras.

Se debe retirar el poliestireno dejado al momento de la construcción del receso para la placa de distribución, además se debe demoler el hormigón contaminado para evitar fallas y falta de monolitismo.

La placa de distribución debe llevar soldada en su parte inferior un total de nueve pernos stud, los que cumplen la función de anclar dichos elementos constructivos.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-25: Placas de distribución

El posicionamiento de las placas de distribución debe ser de forma precisa, evaluando en todo momento su posición con equipos topográficos evitando el margen de error.

Debido a que cada viga tiene una cota distinta, las placas de distribución también lo tendrán, esto se debe a los 3 tipos de inclinación con los que cuenta el puente: primero la particularidad

de ser un puente tipo esviado, segundo el arqueado que da forma al puente y como tercer factor, el bombeo de que se necesita para la evacuación de aguas lluvias.

Cuando la placa de distribución se encuentre correctamente posicionada, se debe aplicar un puente de adherencia al hormigón viejo para conservar el monolitismo estructural, posteriormente se debe hormigonar con un mortero epóxico de nivelación marca sica el cual entrega las resistencias necesarias para dicha tarea.

Terminado este proceso se deben hacer las reparaciones estructurales que sean necesarias causadas por la anterior demolición de hormigón contaminado.

Posteriormente se debe unir las placas de apoyo a las placas de distribución, para ello se utiliza el proceso de soldadura SMAW o arco manual.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-26: Soldadura placas de apoyo

Finalmente se debe soldar sobre las placas de apoyo, cuñas de acero, las cuales le darán a las vigas la inclinación necesaria para mantener el arqueado del puente.

Cabe mencionar que, por efecto de las distintas cotas de las placas de apoyo, cada cuña tendrá un ángulo de inclinación diferente.

2.1.7 Instalación de barras antisísmicas

Las barras antisísmicas son elementos estructurales en los cuales se ha empezado a incursionar últimamente, tienen como finalidad otorgar la capacidad de levantar las vigas y losa del puente mediante gatas hidráulicas con el fin de hacer reparaciones en las placas de apoyo, ya sea por daños causados por sismos u otros eventos.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-27: Barras antisísmicas

Para su instalación, se deben dejar introducidas en las armaduras de los cabezales y estribos antes de realizar los procesos de hormigonado, debido a que su forma no le permitirá ser instalada después sin incurrir en destrozos estructurales.

Su posición debe ser controlada con precisión mediante equipos topográficos, debido a que queda finalmente embutida en los travesaños de vigas.

Una vez que la armadura de los travesaños se encuentre completa, se debe poner sus respectivas vainas, y por fuera de estas, se instala un fierro estriado en forma de resorte.

2.2 SUPER ESTRUCTURA

La super estructura de un puente consta de todos aquellos elementos que se encuentran por sobre los cabezales de las elevaciones, como por ejemplo las vigas, travesaños, losas, calzadas, etc. Y su principal función es la de soportar directamente las solicitaciones causadas por las cargas transitorias y transmitirlas al terreno de fundación mediante la infraestructura.

2.2.1 Montaje de vigas pretensadas

Las vigas son los elementos estructurales encargadas de soportar los vanos o luces del puente, por lo que sostendrán a las losas y el resto de la super estructura, derivando las solicitaciones a las elevaciones.

Estas se componen de hormigón armado y corresponden al tipo prefabricada pretensada, fueron hechas por un subcontrato con la empresa TENSACOM.

Las vigas pretensadas son transportadas en camiones hasta la obra, pero debido al gran peso que poseen, entran en la categoría de cargas especiales, por lo que, al momento de su transporte, se debe solicitar apoyo.

Se debe contactar con el ministerio de obras públicas y presentar la solicitud para transporte de cargas especiales, luego de eso se sigue el siguiente procedimiento:

- Se debe calcular la ruta óptima de transporte.
- Se debe consultar a ingenieros estructurales para calcular si la carretera y viaductos resistirán el paso de tales cargas.

- Luego de que el ministerio de obras públicas apruebe el transporte, se debe presentar una solicitud en carabineros con el fin de solicitar una escolta para acompañar a los camiones en el viaje.
- Finalmente se inician las labores de transporte de las vigas

Mediante una grúa hidráulica se inicia el proceso de montaje de vigas, para ello la viga tiene cables en su parte superior, lo que le permitirá a la grúa tomarlas.

Se debe utilizar una grúa hidráulica que cumpla con las características de fuerza que se necesitan.

Durante el proceso de montaje se debe despejar el área y se prohíbe el tránsito peatonal como de maquinaria bajo la maniobra de la grúa, con el fin de evitar accidentes en caso de falla.

Las vigas deben ser situadas sobre las cuñas de las placas de apoyo, su posicionamiento se debe realizar con equipos topográficos, ya que se necesita precisión.

Al igual que el cabezal o los estribos, las vigas constan de placas de distribución en su parte inferior, esta deberá calzar de la mejor forma con las cuñas en las placas de apoyo.

Una vez montada las vigas se arriostra con cuartones de madera para prevenir posibles desplazamientos en casos de sismo.

Finalmente se sueldan las placas de distribución de las vigas a las cuñas de las placas de apoyo mediante soldadura al arco manual.

En total, el proyecto puente los castaños consta de 50 vigas pretensadas.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-28: Montaje de vigas

2.2.2 Travesaños de vigas

Los travesaños son los elementos constructivos encargados de amarrar las vigas entre sí y limitar sus movimientos durante un sismo, de esta forma todo actúa como un solo elemento, este recurso se utiliza debido a la particularidad de ser un puente esviado, por lo que los movimientos y solicitaciones internas que se producen en este durante un sismo son extrañas y en mayores dimensiones que en puentes simples.

Son elementos de hormigón armado y se posicionan en los extremos de las vigas y en el tramo central.

Las vigas tienen perforaciones en aquellos lugares donde existirán los travesaños con la finalidad de pasar las armaduras a través de estas, conservando así el monolitismo estructural.

En total el proyecto puente los castaños consta de 18 travesaños los cuales están entrecortados entre las vigas.



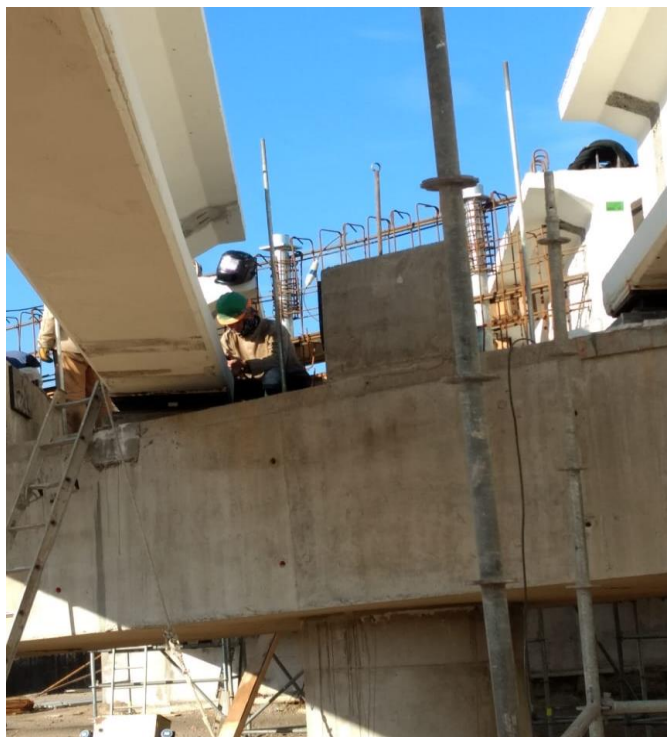
Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-29: Travesaños de vigas

El ultimo travesaño ubicado en el estribo de salida tiene una forma diferente al resto, se agrega una mayor sección en su lado este, producto de la mayor cantidad de vigas de las que dispone.

2.2.2.1 Colocación de armaduras

Terminadas las labores de montajes de vigas se procede a instalar las armaduras de los travesaños, estos serán de acero del tipo A63-42H con resaltes, para ello se instalan andamios con el fin de facilitar esta tarea, los trabajadores deben usar arnés de seguridad y todos los elementos de protección personal que esta tarea requiera.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-30: Armadura de travesaños

Las armaduras estarán compuestas por fierros longitudinales de $\varnothing 10$ y en su parte inferior fierros $\varnothing 22$, también se compone de fierros transversales de $\varnothing 12$ y estribos de $\varnothing 10@20$

La armadura debe cumplir con las longitudes mínimas de traslape y anclaje propuestas por la norma AASHTO 2002, distribuyéndolas de forma en que exista la menor cantidad de traslapes en zonas de altas solicitaciones y estos deben presentarse de manera alternada, por ningún motivo de manera lineal.

La separación de las armaduras transversales tanto como longitudinales deben permitir una correcta colocación del hormigón en condiciones difíciles de trabajo, con el fin de evitar huecos y nidos de piedras.

Las armaduras deben atravesar las vigas por las perforaciones de forma correcta.

Se debe procurar que las barras antisísmicas se instalen correctamente junto con sus vainas y que estas queden correctamente posicionadas dentro del espesor de la armadura.

2.2.2.2 Moldaje y hormigonado de travesaños

Antes de comenzar con esta partida, se deben instalar sobre los topes sísmicos, placas de caucho las cuales amortiguarán el golpe de los travesaños durante un sismo, estos se adherirán con un pegamento epóxico sobre el hormigón del tope sísmico, para ello la superficie debe estar completamente limpia y libre de impurezas.

Para el proceso de instalación de moldajes se debe usar la ayuda de andamios, los cuales deberán ser instalados según las especificaciones técnicas del arrendador.

Los trabajadores deben usar en todo momento arnés de seguridad y el resto de los elementos de protección personal que sean necesarios para la tarea.

Se debe instalar separadores de hormigón con el fin de obtener un recubrimiento de 2,5 cm entre la armadura y el moldaje.

Se debe usar un moldaje del tipo madera construido en obra, debido a la sección menor que representa el travesaño, el arriendo de moldaje metálico significaría un gasto innecesario.

Se deben dejar tubos PVC. Que atraviesen el elemento, estos servirán como conductos de los alambres que se utilizaran para amarrar y afianzar el moldaje.

Terminado de instalar el moldaje se procesa a hormigonar, para ello se utiliza el proceso de hormigón bombeado en primera instancia y el proceso de capacho cuando se esté realizando en forma simultánea el hormigonado de una losa.

Como especificaciones técnicas generales se debe usar hormigón H30 con un descenso de cono de 10 ± 2 cm y debe tener un tamaño máximo de árido de 20 mm lo que permitirá un hormigonado en condiciones difíciles de trabajo.

Se debe hormigonar por capas uniformes y utilizar el vibrador de inmersión para sacar el aire ocluido, se utiliza curado por aspersión.

Previamente se debe instalar un puente de adherencia en el hormigón de la viga para conservar el monolitismo estructural, también se debe aplicar un desmoldante para facilitar el proceso de desencofrado.

Finalmente se debe sacar el moldaje antes de que su extracción se dificulte.

Debido a que el moldaje de madera no presenta buena terminación, el hormigón debe ser pulido con esmeril angular, para ello los trabajadores deben usar todos los elementos de protección personal que esta tarea requiera.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-31: Hormigonado de travesaños

2.2.3 Losas

Las losas son aquellos elementos estructurales de hormigón armado ubicada sobre las vigas y que tienen como principal función la de repartir las solicitaciones que le son entregadas directamente por las cargas transitorias a las que se ve sometida.

Los puentes que incluyen este tipo de elementos son denominados puentes losa, ya que están formados por 1 o más tramos de esta.

Este elemento sirve también como base para posterior carpeta asfáltica y construcción de la calzada, veredas y un bandejón centran que dividirá ambos sentidos de las vías.

Las losas deben tener un espesor de 20 cm y una pendiente en relación con su centro de 2%, pendiente que le permite la evacuación de aguas mediante las barbacanas.

En total, el proyecto “Puente Los Castaños” consta de 7 tramos de losa sin contar las losas de acceso y salida, de éstas, la losa entre la cepa 5 y el estribo de salida tiene una dimensión menos en comparación al resto.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-32: Losa Puente

2.2.3.1 Colocación de Moldaje

Una vez que los travesaños entre los que se ubica la losa estén listos, se puede proceder a la construcción de las losas, para ello se debe instalar en primera instancia una serie de vigas de acero y placas que servirán como moldaje al hormigón y servirán como apoyo en las labores de colocación de armaduras.

Para la instalación de las vigas de acero se deben instalar andamios con el fin de acceder a aquellos niveles de altura, para esta tarea los trabajadores deben usar arnés y los elementos de protección personal que sean necesarios.

Las vigas de acero son instaladas mediante la utilización de pernos, anclándose a las vigas prefabricadas de hormigón usando las perforaciones que vienen hechas en ellas de fábrica.

Terminadas de instalar las vigas de acero se instalan las placas de madera sobre éstas, quedando entrecortadas por las vigas prefabricadas de hormigón.



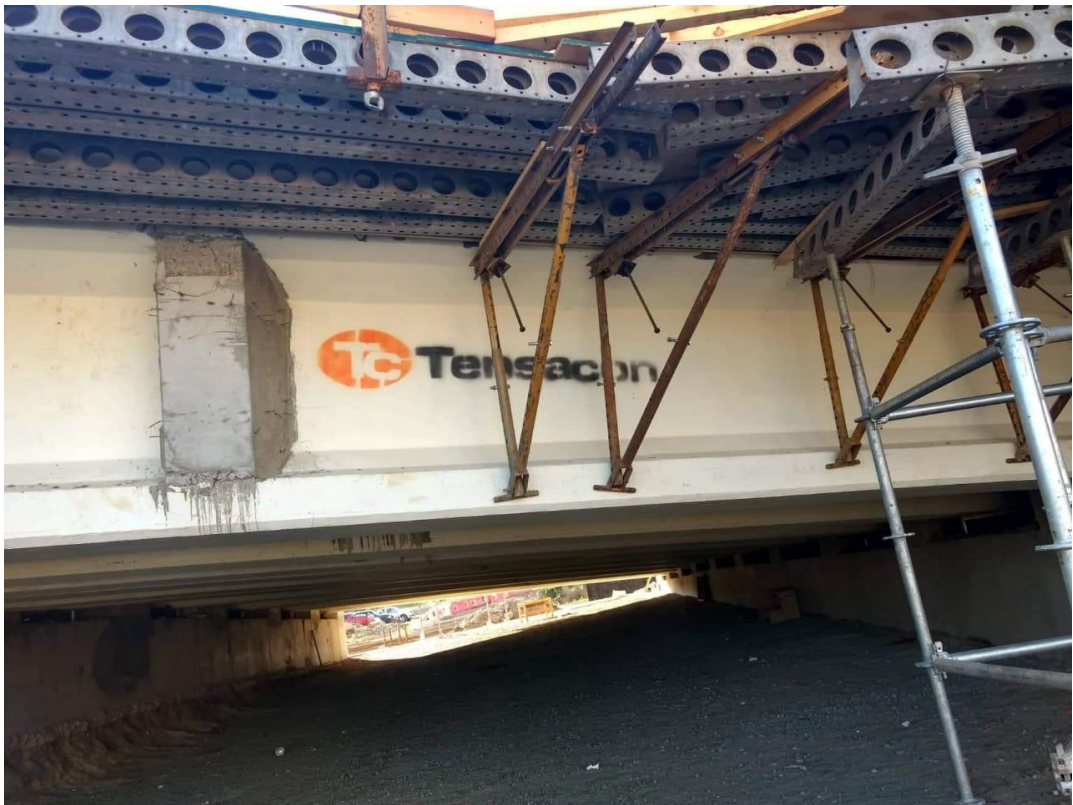
Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-33: Moldaje Losa

Para evitar la filtración de hormigón entre las placas y las vigas de hormigón prefabricadas, se sella su encuentro con silicona.

También deben instalarse vigas de acero las cuales se anclarán al costado de las vigas exteriores, estos se harán para formar el voladizo de losa que sobrepasa las vigas, luego, al igual que en el anterior, se instalan placas de apoyo de madera y se sella la unión con la viga prefabricada mediante silicona.

Este moldaje debe ser instalado con la ayuda de andamios por lo que los trabajadores deberán usar arnés y los elementos de protección personal que sean necesarios para la tarea.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-34: Soporte Voladizo

2.2.3.2 Colocación de armaduras

Ya asegurado el moldaje de las losas se procede a la instalación de las armaduras, estas serán del tipo A63-42H con resaltes.

Las armaduras se deben situar a través de los cables que poseen las vigas pretensadas de hormigón en su superficie

Las armaduras estarán compuestas por fierros superiores $\varnothing 16 @ 20$ e inferiores $\varnothing 16$ y $\varnothing 18 @ 20$, también tendrán refuerzos de acero adicionales en los extremos de los tramos de losa constituidos por 14 fe $\varnothing 16 @ 15$.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-35: Armadura de losa

La armadura debe cumplir con las longitudes mínimas de traslapo y anclaje propuestas por la norma AASHTO 2002, distribuyéndolas de forma en que exista la menor cantidad de traslapos en zonas de altas solicitaciones y estos deben presentarse de manera alternada, por ningún motivo de manera lineal.

La separación de las armaduras transversales tanto como longitudinales deben permitir una correcta colocación del hormigón en condiciones difíciles de trabajo, con el fin de evitar huecos y nidos de piedras.

Se debe incluir también la enfierradura del bandejón central y de las aceras.

Se deben instalar trozos de fierros que permitan controlar el espesor de la losa al momento de hormigonar, estos serán cortados más adelante.

Se deben dejar instaladas las barbacanas para la evacuación de aguas lluvias, estas serán cortadas luego del hormigonado para quedar a ras con este.

2.2.3.3 Hormigonado de losa

Una vez que este verificada la correcta colocación de armaduras, se procede a realizar el hormigonado de las losas.

Previamente se debe despejar y limpiar la zona a hormigonar y se debe aplicar un puente de adherencia al hormigón de las vigas pretensadas, además de un desmoldante al moldaje.

Se utilizará hormigón bombeado del tipo H30 con descenso de como 10 +/- 2 cm y la losa tendrá un recubrimiento de 4 cm en su sección superior y 2,5 cm en la sección inferior.

Se debe marcar el espesor de la losa en los fierros perpendiculares para regular el vaciado de hormigón.

Se debe vaciar el hormigón, mediante la manga flexible, formando montículos que son esparcidos por medios de palas hasta alcanzar el espesor deseado.

A medida que se va hormigonando, se debe vibrar el hormigón mediante vibrador manual de inmersión cuidando no tocar las armaduras, ya que puede generar un desacomodo o que se corran y suelten.

A medida que se avanza en este proceso, se debe utilizar una plana de acero para dar terminación lisa y nivelada, seguido, se cambia a terminación rugosa para una buena adherencia con la posterior membrana asfáltica que le será instalada.

Debido a la gran superficie que se abarca, las losas utilizarán membranas de curado para evitar fisuras, a diferencia de los otros elementos que utilizan curado por aspersión.

El hormigonado de las aceras y el bandejón central se hará en una etapa diferente a la de la losa.

Una vez el hormigón se encuentre en condiciones, se procede a instalar el moldaje para aquellos elementos, este será de madera debido a la menor sección que presentan.

El hormigonado se realiza con el mismo método de hormigonado de losa.

Finalmente se extrae el moldaje de madera y se mejoran las terminaciones mediante esmeril angular.

También se deben cortar los fierros perpendiculares guía y las barbacanas de forma en que queden a ras con la losa.



Fuente: Fotografía tomada en obra

Figura 2-36: Hormigonado de losa

CAPITULO 3: CONSIDERAICONES AMBIENTALES GENERALES

3 CONSIDERACIONES AMBIENTALES GENERALES

En el presente capítulo se recopilan las actividades que poseen un mayor impacto al momento de ser ejecutadas, ya sea físico, medioambiental o socioeconómico y se presentan restricciones y/o soluciones para mitigar dicho impacto.

3.1 MEDIDAS AMBIENTALES

Para cada proyecto deben ser consideradas las medidas medioambientales que se explayarán a continuación ya que servirán en las etapas de diseño del proyecto, estimando costos que deberán ser incluidos en el presupuesto de licitación y para ser evaluados en la prefactibilidad y factibilidad del proyecto en cuestión.

A continuación, se presentan las diferentes actividades que se realizan generalmente en proyectos de vialidad, detallando las consecuencias medioambientales que se ocasionan y las medidas mitigatorias y preventivas que se deben aplicar.

Los efectos medioambientales se definen desde 3 puntos de vista, los cuales son: Medio físico; Es el medio que toma en cuenta el terreno físico y los recursos naturales que se verán afectados (agua, tierra y aire), Medio biótico; Es el medio que toma en cuenta los organismos biológicos que se ven afectados por el proyecto (vegetación, flora, fauna y ecosistemas en general), y Medio Socioeconómico; Es el medio que toma en cuenta la situación social y económica en la que se ve desarrollada el proyecto (asentamientos humanos, arqueología y patrimonio cultural, paisaje y estética, organización territorial).

3.1.1 Diseño

Es aquella etapa en la que se concibe el proyecto, se detalla su posición, diseño estructural, materialidad y envergadura, entre otros.

3.1.1.1 Medio físico

Impacto: Alteración de cursos de agua debido a diseños que eliminan su drenaje natural, alteración de la estabilidad en taludes naturales debido a un diseño de trazado por sectores montañosos o escarpados, aumento de la contaminación atmosférica producto de trazado

cercano a sectores habitados vulnerables, aumento de ruido de fondo por trazado cercano a sectores habitados.

Medidas de mitigación: Elegir un trazado respetuoso con el medio ambiente de forma que se eviten en mayor medida los impactos previamente señalados, elegir preferentemente fajas de terreno planas para realizar el trazado, evitando la mayor cantidad de cruces de agua, alejar en todo lo posible el trazado de sectores habitados.

3.1.1.2 Medio Biótico

Impacto: Escarpe de vegetación durante partidas de topografía o de reconocimiento del terreno, deterioros en hábitats de especies debido a la cercanía con el trazado del camino, división de la vegetación protegida del sector en el que se proyecta el trazado del camino.

Medidas de mitigación: Capacitar a profesionales y trabajadores sobre el reconocimiento de flora nativa con el fin de protegerla y evitar su corta, elegir opciones de trazado que eviten pasar por sectores de flora endémica del sector, elegir trazados alejados, o bien, respetuosos con los hábitats de la fauna presente en el sector.

3.1.1.3 Medio Socioeconómico

Impacto: Aumento del riesgo de accidentes por obras de mejoramiento del camino, daño al patrimonio cultural debido a trazados que puedan pasar por sobre este, disminución del valor estético de la zona por trazados que no se ajustan a su entorno.

Medidas de mitigación: Si el trazado del proyecto pasa por zonas residenciales, se deben agregar aceras para evitar el paso de peatones por la calzada, implementar proyectos de iluminación con el fin de otorgar seguridad tanto a peatones como conductores además de aumentar el paisajismo del camino, evitar trazados por elementos de patrimonio cultural, el trazado del proyecto se debe adaptar a la geografía del terreno natural, diseñar zonas de descanso o miradores que permitan resaltar el paisajismo del proyecto.

3.1.2 Instalación de faenas y campamentos

Es la partida que corresponde a la construcción del conjunto de edificaciones e instalaciones que sirven como apoyo administrativo y logístico a una obra, otorgando el apoyo necesario para el inicio y desarrollo de ésta.

3.1.2.1 Medio Físico

Impacto: Disminución de la calidad del aire, produce y cambia procesos de erosión, aumenta la probabilidad de sucesos naturales riesgosos, mejoramientos de suelo que producen impactos en napas freáticas y escorrentías subterráneas, modificando la retención de aguas y la capacidad portante del terreno natural, contaminación de suelo por desecho de sustancias contaminantes, disminución de la capacidad de uso del terreno, aumento de ruido y vibraciones.

Medidas de mitigación: Seleccionar el sitio de la instalación de manera que se ubique apartado de zonas vulnerables, disminuir recorridos y aplicar supresión de polvos, aplicar la utilización de carpas; en especial a maquinaria como camiones tolva, proteger zonas de carga y descarga de áridos y arenas de la fuerza erosiva del viento evitando el levantamiento del material, impedir vertidos de aceite, grasas u otros elementos contaminantes a escorrentías d aguas, implementar un sistema de drenaje que garantice el correcto escurrimiento superficial y subterráneo de las aguas, construir barreras acústicas provisionales.

3.1.2.2 Medio Biótico

Impacto: Variación de la estructura en la vegetación presente en el área afectada, disminución de la superficie de vegetación, alteración de números por especie de la flora, disminución de la superficie disponible para el crecimiento de la futura vegetación.

Medidas de mitigación: Restringir el movimiento libre de las maquinarias trazando vías de circulación; evitando de esta forma la destrucción innecesaria de árboles, arbustos y vegetación en general, limitar la superficie en la que se intervendrá lo estrictamente necesario con los mismos fines de la medida anterior, evitar la descarga de materiales contaminantes directamente a cursos o cuerpos de agua, prohibir actividades de caza y pesca dentro de la obra, restringir el desplazamiento y estacionamientos de vehículos a zonas claramente especificadas.

3.1.2.3 Medio Socioeconómico

Impacto: Cambio de la especialización productiva de la población local como consecuencia de construir nuevos proyectos, redefinición de usos de espacios privados y comunitarios, aumento del flujo de maquinaria pesada y camiones por las vías locales debido al abastecimiento de la obra, pérdida de continuidad espacial y territorial del vecindario, alteración o destrucción de sitios arqueológicos debido a construcción sobre ellos, deterioro del paisajismo del vecindario.

Medidas de mitigación: Creación de planes de reinserción laboral para trabajadores una vez terminada la obra creación de planes para la reutilización de espacios públicos y privados en el nuevo contexto, permitir a la comunidad accesos a servicios y equipamientos básicos, realizar prospecciones arqueológicas con tal de identificar recintos con potencial histórico y en caso de obtener resultados positivos, efectuar rescates arqueológicos con el fin de preservar el patrimonio cultural, utilizar instalaciones de calidad prefiriendo estructuras armónicas con el contexto físico en el que se encuentren.

3.1.3 Operación de planta de materiales

Es la sección que hace referencia al manejo y transporte interno de materiales.

3.1.3.1 Medio Físico

Impacto: Disminución de la calidad del aire debido a desprendimiento de partículas que general contaminación, aumento de ruido debido al uso de maquinaria pesada y al tránsito de vehículos de mayor envergadura como camiones de transporte, generación de residuos o escombros debido a procesos constructivos.

Medidas de mitigación: proteger a arenas y áridos de la acción erosiva del viento evitando levantamiento de partículas, proteger el material en acciones de carga o descarga mediante mallas o capas, fiscalizar revisión técnica en maquinaria utilizada revisando su emisión de gases, construir barreras acústicas provisionales.

3.1.3.2 Medio Biótico

Impacto: Alteración de parámetros físicos y químicos del terreno natural debido a la incorporación de materiales alóctonos, alteración del número de especies presentes en el área por destrucción innecesaria.

Medidas de mitigación: prohibir rotundamente la descarga de materiales con potencial contaminan de forma directa en escorrentías o cuerpos de agua, prohibir las actividades de caza y pesca dentro de la obra

3.1.3.3 Medio Socioeconómico

Impacto: Generación excesiva de ruido en el vecindario causando pérdida de la tranquilidad y aumentando la probabilidad de accidentes, redefinición del espacio concesionado a la obra afectando a la población por la instalación de las plantas, alteración o destrucción de sitios arqueológicos debido a construcción sobre ellos.

Medidas de mitigación: Construir barreras acústicas provisionales, controlar y monitorear el nivel de decibeles de ruido emitidos al vecindario, creación de planes estratégicos enfocados a la protección de sitios culturalmente importantes para la comunidad, realizar prospecciones arqueológicas con tal de identificar recintos con potencial histórico y en caso de obtener resultados positivos, efectuar rescates arqueológicos con el fin de preservar el patrimonio cultural.

3.1.4 Apertura, explotación y abandono de empréstitos

Los empréstitos o yacimientos son zonas donde se han prospectado los materiales aptos para la construcción de terraplenes o zonas de relleno.

3.1.4.1 Medio Físico

Impacto: Disminución de la calidad del aire debido a contaminación por levantamiento de partículas, alteración de escorrentías superficiales debido a movimiento de material, pérdida de suelo, disminución de la calidad del terreno natural, inestabilidad en taludes y cortes

resultantes a la extracción, aumento de la erosión, cambio de la geomorfología del lugar, disminución de la capacidad de uso del suelo natural, aumento de ruido.

Medidas de mitigación: Disminuir la altura de caída del material o áridos, realizar humectación de material antes de realizar carga o descarga de este; como medida temporal supresora de polvo, proteger material y maquinaria con capas; reduciendo el levantamiento de partículas al aire, localizar empréstitos lejos de zonas protegidas o sensibles, restringir el transcurso de vehículos dentro de zonas de empréstitos con el objetivo de evitar la sobre compactación, evitar localización de empréstitos en terrenos inestables; o bien; tomar las medidas preventivas necesarias, construcción de fosos y contrafosos para evitar que escorrentías afecten zonas erosionables producto de la extracción, evitar la localización de empréstitos en sitios de interés geológico o que tenga fines paisajísticos, terminada las obras de extracción; se debe recuperar la cobertura vegetal.

3.1.4.2 Medio Biótico

Impacto: Cambio de la estructura de la vegetación presente en el área, disminución de la superficie total en la que se encuentra vegetación, alteración de la composición de las especies presentes en el área intervenida, disminución de la superficie disponible para nacimiento vegetal, pérdida de especies por cambios en el terreno natural, alteraciones físicas y químicas en el terreno por incorporación de materiales alóctonos.

Medidas de mitigación: Localizar empréstitos en terrenos sin potencial agrícola, se deberá delimitar claramente la zona de extracción evitando sobrepasarla, se debe restablecer las características mínimas del suelo para hacer posible la recolonización vegetal; para ello se debe hacer una nivelación y cubierta con material fino de espesor 30 cm, agregando una capa superior con material proveniente del escarpe, evitar en todo momento la descarga de materiales con potencial contaminante sobre escorrentías o cuerpos de aguas, evitar extracciones directas sobre cuerpos de agua; evitando interacciones innecesarias en su caudal.

3.1.4.3 Medio Socioeconómico

Impacto: Redefinición del uso de suelos por parte de la población afectada, alteración o destrucción de sitios arqueológicos o con valor histórico por actividades de extracción de material, deterioro de las características estéticas del entorno.

Medidas de mitigación: Creación y puesta en marcha de planes de reutilización de recintos públicos y privados enfocados en el nuevo entorno, realizar prospecciones arqueológicas con tal de identificar recintos con potencial histórico y en caso de obtener resultados positivos, efectuar rescates arqueológicos con el fin de preservar el patrimonio cultural, incorporar diseños estéticos adaptados a la forma del entorno.

3.1.5 Apertura, uso y abandono de botaderos

Los botaderos son aquellos terrenos destinados a la recepción de escombros y desechos generados por acciones constructivas o relacionadas a estas.

3.1.5.1 Medio Físico

Impacto: Disminución de la calidad del aire debido a contaminación por levantamiento de partículas, interferencia y o desvío de escorrentías superficiales, pérdida de suelo, disminución de la calidad y capacidad portante del terreno natural, cambios en la geomorfología natural del terreno, disminución del potencial de utilización del terreno.

Medidas de mitigación: Elegir la localización de los botaderos lejos de sectores vulnerables, realizar las cargas y descargas de material a bajas alturas evitando desprendimiento innecesario de polvo u otras partículas al aire, humectar material al momento de ser manipulado como medida previsional supresora de polvo, proteger materiales de la acción erosiva del viento impidiendo levantamiento del material, tratar de aislar sitios de interés geológicos que tenga fines estéticos, escarificar la superficie de los botaderos para facilitar la recolonización de las especies nativas, disminuir alturas y pendientes de los botaderos.

3.1.5.2 Medio Biótico

Impacto: Cambio de la estructura de la vegetación presente en el área, disminución de la superficie total en la que se encuentra vegetación, alteración de la composición de las especies presentes en el área intervenida, cambio de número de individuos por especie debido a la creación de un nuevo hábitat.

Medidas de mitigación: Localizar botaderos en sitios sin potencial agrícola o que presente una capa vegetal de tipo herbácea; evitar cubrir con restos de troncos de árboles y arbustos,

intervenir solo en área en la que no se encuentre la presencia de madrigueras, prohibir actividades de caza y captura de animales en el sector.

3.1.5.3 Medio Socioeconómico

Impacto: Redefinición del uso de suelos por parte de la población afectada, alteración o destrucción de sitios arqueológicos o con valor histórico por actividades de extracción de material, deterioro de las características estéticas del entorno, cambio del uso de suelos.

Medidas de mitigación: Creación y puesta en marcha de planes de reutilización de recintos públicos y privados enfocados en el nuevo entorno, realizar prospecciones arqueológicas con tal de identificar recintos con potencial histórico y en caso de obtener resultados positivos, efectuar rescates arqueológicos con el fin de preservar el patrimonio cultural, incorporar diseños estéticos adaptados a la forma del entorno.

3.1.6 Preparación del área de trabajo

Implica todas aquellas acciones que permitan despejar y preparar el sector en el que se efectuaran labores constructivas obteniendo mejores resultados.

3.1.6.1 Medio Físico

Impacto: Disminución de la calidad de aire debido a contaminación por levantamiento de partículas, alteración del curso de escorrentías de aguas tanto superficiales como subterráneas, pérdida de la calidad de aguas, permite una mayor erosión en el terreno natural, influencia en sitios de interés geológico o arqueológico, aumento del nivel de ruidos y vibraciones en el vecindario.

Medidas de mitigación: Realizar operaciones de carga y descarga de material a las menores alturas posibles, humectar materiales como medida temporal supresora de polvos, proteger materiales y maquinaria mediante capas evitando el levantamiento innecesario de polvos, tener en cuenta la información meteorológica con tal de realizar todas las operaciones en las horas más convenientes, proteger materiales de la acción erosiva del viento, evitando el levantamiento de polvos, respetar las escorrentías y cuerpos de aguas, instalar barreras acústicas temporales.

3.1.6.2 Medio Biótico

Impacto: Cambio de la estructura de la vegetación presente en el área, disminución de la superficie total en la que se encuentra vegetación, alteración de la composición de las especies presentes en el área intervenida, cambio de número de individuos por especie debido a la creación de un nuevo hábitat, pérdida de especies por cambio en las condiciones naturales.

Medidas de mitigación: Se debe limitar el área de acción a lo estrictamente necesario con el fin de no dañar vegetación innecesariamente, una vez terminada la construcción reforestar con especies nativas o con especies que fueron retiradas antes de comenzar la construcción de la obra.

3.1.6.3 Medio Socioeconómico

Impacto: Aumento de la vulnerabilidad debido al aumento en la probabilidad de accidentes por acciones de demolición, generación de ruido excesivo en el vecindario disminuyendo la tranquilidad y aumentando la probabilidad de accidentes, aumento de los tiempos de desplazamiento, alteración o destrucción de sitios con interés arqueológico debido a procesos de preparación del área de trabajo, deterioro de la estética y calidad visual del sector.

Medidas de mitigación: Creación e implementación de planes de prevención de riesgos y planes de contingencia, monitoreo de la emisión de decibeles en zonas pobladas, generación de pasos peatonales y vehiculares para uso de la población local, realizar prospecciones arqueológicas con tal de identificar recintos con potencial histórico y en caso de obtener resultados positivos, efectuar rescates arqueológicos con el fin de preservar el patrimonio cultural, llevar un control de limpieza y retirar escombros cada vez que sea oportuno.

3.1.7 Movimiento de tierra

Consiste en la realización de excavaciones y o vaciados que se llevan a cabo en un terreno previo a la ejecución de una obra

3.1.7.1 Medio socio económico

Impacto: Cierre de accesos vehiculares por delimitaciones que se realizan entre la obra y las construcciones aledañas, la generación ruido por parte de los motores de las maquinarias y pérdida de tranquilidad de los receptores, aumento del riesgo de accidentes, alteración y o destrucción de sitios arqueológicos por acción antrópica, alteración y transformación de la totalidad del paisaje.

Medidas de mitigación: generar accesos de vehículos para la población afectada, la colocación de pantallas acústicas y el monitoreo de los niveles de ruido sobre la población, información y coordinación con la población local, información sobre los riesgos, también es fundamental evitar el transporte en horarios punta y crear vías exclusivas para el acceso a la obra.

3.1.8 Transporte de materiales

Es una fase de la construcción en la cual la obra se abastece de los materiales necesarios para la realización del proyecto.

3.1.8.1 Medio físico

Impacto: la disminución de la calidad del aire producto del levantamiento de partículas por el andar de los vehículos, compactación de suelo en caminos de desvíos, para el ingreso de vehículos que cargan los materiales, aumento del ruido y vibraciones por el uso de maquinarias pesadas.

Medidas de mitigación: mantener un control tanto del desplazamiento disminuyendo así los recorridos y aplicando un matapolvo o humectando el terreno por el cual los vehículos transitan, proveer carpas en los vehículos de carga y obligar el uso de estas en camiones tolvas, realizar desvíos a la obra de a lo menos 1000 metros de alejamiento con respecto a puntos receptores potenciales, mantener un control que asegure que la maquinaria cuente con los papeles de revisión técnica al día, realizar señalizaciones para mantener un flujo constante y fluido del tráfico, restringiendo así la circulación hacia la obra otorgando el paso solo a maquinaria autorizada.

3.1.8.2 Medio socioeconómico

Impacto: se genera un aumento de flujo de vehículos y ruido producido por el motor de la maquinaria, también se genera un aumento en la capacidad de riesgos de accidentes y dificultando el desplazamiento de otros vehículos.

Medidas de mitigación: se evita el flujo de vehículos en horarios punta, generar vías alternativas y exclusivas para el acceso a faenas, evaluar la utilización de camiones más pequeños y de mayor movilidad en casos específicos, crear alternativas viales seguras y eficaces, contribuir a la utilización de pantallas acústicas, informar y coordinar con la población local, dándoles a conocer los riesgos y planes de contingencia.

3.1.9 Desvío de tránsito

Estos se efectúan en las obras por seguridad y por necesidades en las cuales implica que se genere un corte vehicular momentáneo para la realización de una actividad.

3.1.9.1 Medio físico

Impacto: disminución de calidad de aire, cambios en la morfología natural del terreno, aumento del ruido y vibraciones generado por las maquinarias tanto livianas como pesadas.

Medidas de mitigación: mantener un control tanto del desplazamiento disminuyendo así los recorridos y aplicando un matapolvo o humectando el terreno por el cual los vehículos transitan, influir en los trazados hacia faenas de manera de alejarlos a un mínimo de 1000 metros con respecto al punto de recepción más cercano, se realiza una señalización con tal4 de mantener un tráfico fluido, además se limita el acceso de vehículos a la obra admitiendo solo así a vehículos autorizados.

3.1.9.2 Medio biótico

Impacto: debido a la intervención en la superficie se altera significativamente la fauna del suelo se modifica el número de especies presentes del sector, la cual genera una pérdida de biomasa, disminuyendo así el número de individuos.

Medidas de mitigación: se limitan las áreas de desvío a un ancho necesario para la vía, evitando la poda innecesaria de árboles y arbustos.

3.1.9.3 Medio socioeconómico

Impacto: con los desvíos momentáneos de tránsito se generan un cambio de rutina y de ruta normal de algunos vehículos lo cual puede provocar un aumento en costos de movilidad, ruido, flujo vehicular, accidentes viales, potenciales daños materiales y a las personas.

Medidas de mitigación: creación de alternativas viales seguras y eficaces, permitir a la continuidad accesos a servicios y equipamientos básicos, evitar flujo de camiones en horarios punta, generar un informe sobre los desvíos, crear vías alternativas y exclusivas para el acceso a las faenas, colocación de pantallas acústicas, informar y coordinar con la población local sobre los riesgos y planes de contingencia, llevar un monitoreo de los niveles de ruidos generados sobre la población.

3.1.10 Puentes y obras de drenaje

Los puentes se definen como una vía que se levanta sobre una depresión del terreno y permite que el drenado de las aguas fluyan con normalidad sin ser afectadas o modificadas.

3.1.10.1 Medio físico

Impacto: se genera un aumento en la capacidad de inundaciones a terrenos aledaños a la obra producto del peralte del eje hidráulico, también pudiendo alterar la forma del cauce natural, además se pueden crear concentraciones de sólidos debido a los movimientos de tierra, se produce una elevación en ruidos en el ambiente por uso de maquinaria pesada, la capacidad de uso del suelo disminuye y el escurrimiento sub superficial debido al efecto embalse provocado por la construcciones de terraplenes, de acceso, mal funcionamiento hidráulico de las obras por falta de mantenimiento.

Medidas de mitigación: minimizar los movimientos de tierra en lugares cercanos a los cursos o cuerpos de aguas superficiales, construir las obras durante épocas del año donde se minimizan los impactos, elaborar un plan de gestión de las obras de drenaje, diseñar terraplenes que permitan el transcurso de las aguas superficiales, proyectando para ello series

de alcantarillas o terraplenes permeables, respetar el sistema de agua de escorrentía, una vez terminada la obra restablecer la morfología existente antes de ejecutar las obras, minimizar movimientos de tierra cercanos a los cursos del agua, disminuir las alturas relativas de descarga de tierra y áridos a las menores cotas posibles, exigir el uso de carpas en los camiones y obligar el uso de estas en camiones tolvas.

3.1.10.2 Medio biótico

Impacto: Alteración de parámetros físicos químicos por incorporación de material alóctono y en el número de especies presentes por efecto de perturbaciones en el sistema acuático.

Medidas de mitigación: se debe evitar la incorporación de materiales que contaminen el agua, se limitan las actividades a la superficie necesaria para la ubicación de la obra, evitar la obstrucción del curso superficial del agua.

3.1.10.3 Medio socioeconómico

Impacto: destrucción arqueológica debido a la efectuación de alguna partida en particular, se produce una modificación en el aspecto visual del paisaje, aumenta el ruido y el riesgo de accidentes relacionados con el medio ambiente, cambio en los patrones de movilidad de la población, lo cual genera aumento en costos de movilidad de la población

Medidas de mitigación: se realizan prospecciones arqueológicas con tal de identificar recintos con potenciales arqueológicos y en caso de obtener resultados positivos, efectuar rescates arqueológicos con el fin de preservar el patrimonio cultural, se lleva a cabo la utilización de barreras acústicas y cruces provisionales, se lleva a cabo el informar y coordinamiento con la población, se debe adaptar la estructura al entorno con fines estéticos.

3.1.11 Colocación de capas granulares

Ya sea para la calzada, aceras u otro tipo de pavimentos, las capas granulares sirven de base a estos tipos de pavimentos y ayudan a absorber solicitaciones en caso de pavimentos rígidos, absorbiendo también la mayor parte de las solicitaciones en caso de pavimentos flexibles.

3.1.11.1 Medio Físico

Impacto: Disminución de la calidad del aire debido a contaminación por levantamiento de partículas, generación de residuos o escombros por procesos constructivos, aumento de los niveles de ruido en el vecindario.

Medidas de mitigación: Proteger materiales de la fuerza erosiva del viento evitando el levantamiento innecesario de partículas, utilización de señalización con el fin de mantener un tránsito constante de maquinarias o vehículos, todo residuo debe ser llevado a botadero autorizado y que cumpla con la presente normativa, en aquellos lugares poblados cercanos a las obras en construcción; trabajar en horarios en que no se perturbe el reposo de estos.

3.1.11.2 Medio Socioeconómico

Impacto: Generación de ruido y pérdida de la tranquilidad en el vecindario, aumenta la probabilidad de sufrir accidentes y se genera un aumento en el costo de transportes para la población local afectada por la obra vial.

Medidas de mitigación: Instaurar señalización informativa como la duración de obra, instalar barreras acústicas provisionales, realizar desvíos de tránsito para optimizar el viaje de la gente local por tránsito cuartado debido a la construcción de esta partida.

3.1.12 Revestimientos y pavimentación

Corresponde a la construcción de las últimas capas de la calzada, las cuales deberán soportar directamente el tránsito de los vehículos.

3.1.12.1 Medio Físico

Impacto: Disminución de la calidad del aire debido a contaminación por levantamiento de partículas, generación de residuos o escombros por procesos constructivos, aumento de los niveles de ruido en el vecindario.

Medidas de mitigación: Proteger materiales de la fuerza erosiva del viento evitando el levantamiento innecesario de partículas, utilización de señalización con el fin de mantener

un tránsito constante de maquinarias o vehículos, todo residuo debe ser llevado a botadero autorizado y que cumpla con la presente normativa, en aquellos lugares poblados cercanos a las obras en construcción; trabajar en horarios en que no se perturbe el reposo de estos.

3.1.12.2 Medio Socioeconómico:

Impacto: Generación de ruido y pérdida de la tranquilidad en el vecindario, aumenta la probabilidad de sufrir accidentes, aumento en el costo de transportes para la población local afectada por la obra vial.

Medidas de mitigación: Instaurar señalización informativa como la duración de obra, instalar barreras acústicas provisionales, realizar desvíos de tránsito para optimizar el viaje de la gente local por tránsito cuartado debido a la construcción de esta partida.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Iniciado el último semestre de la carrera, en periodos de confección de trabajo de título, los estudiantes tuvieron la oportunidad de basar su tesis en la construcción del viaducto “Puente los Castaños”, situado en Viña del Mar.

Para ello fue necesario la realización de visitas constantes a la obra, donde pudieron observar en terreno, los procesos constructivos en las diferentes etapas de la obra, reforzando así los conocimientos teóricos estudiados en la universidad y adquiriendo conocimientos nuevos, a modo de ejemplo se puede mencionar la particularidad de los puentes esviados y los refuerzos adicionales que estos necesitan debido a su condición.

Además, los estudiantes investigaron por cuenta propia ensayos y detalles sobre elementos estructurales que se han empezado a implementar para dar mayor seguridad y garantizar la estabilidad de la estructura.

Es importante considerar la mayor cantidad de datos al momento de diseñar un proyecto, debido a que, en terreno, esto puede significar costos adicionales innecesarios de los cuales debe hacerse cargo el contratista, o bien, costos que pudieron ser contemplados con anterioridad en el presupuesto de licitación. A modo de ejemplo, se expone el caso de la no contemplación de la napa freática al momento de construir el elemento dado de amarre, lo cual tuvo como consecuencia la necesidad de arrendar moldajes para realizar entibaciones y evitar desmoronamientos, además de motobombas para extraer el agua en las cepas 1, 2 y 3.

Se concluye la importancia que adquiere la comprensión de los estudios previos en la realización de un proyecto por lo que la ingeniería básica del proyecto fue descrita satisfactoriamente en el presente trabajo.

Los proyectos de mayor envergadura influyen socioeconómicamente al entorno en el que se desarrolla, de forma positiva como negativa, pero con el fin de entregar un bien a futuro en el que solo influya positivamente a la localidad, generando mano de obra local, facilitando el transporte dentro de la ciudad y mejorando la estética o paisajismo del vecindario, otorgando mayor calidad de vida a las zonas habitadas por las que se rodea.

La correcta realización de los procesos constructivos de la obra y sus diferentes tareas de las cuales el proceso adecuado en su construcción fue descrito en el presente trabajo, recopilando el avance del puente hasta el día 18/10/19.

BIBLIOGRAFÍA

- Geologíaweb. Procedimiento ensaye spt. [En línea] Disponible en:
- Momentos de Mohr. Tipos de estribos [En línea] Disponible en: <https://momentosdemohr.blogspot.com/2017/12/estribos-de-puentes.html>
- Manual de carreteras vol. 5 “Procedimientos generales de construcción”, sección 5.509 “Pilotes”.
- Manual de carreteras vol. 9 “Estudios y criterios ambientales en proyectos viales”, sección 9.304: “Consideraciones ambientales generales para proyectos viales”. Del Ministerio de Obras Públicas
- Registro interno de la empresa.
- Manual de calculo de crecidas y caudales mínimos en cuencas sin información fluviométrica. De la dirección general de aguas, Ministerio de Obras Públicas

[ANEXO N.º1 PRESUPUESTO OBRA]

ITEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTALES
1	INSTALACIÓN DE FAENAS				
1.1	Instalaciones provisionales, permisos, varios.	Gl			
1.2	Señalizaciones provisionales.	Gl	1,00	25.276.000	25.276.000
1.3	Laboratorio de Control.	Gl	1,00	36.000.000	36.000.000
2	OBRAS: ESTRUCTURA				
2.1	INFRAESTRUCTURA				
2.1.1	Excavación a maquina	m3	954,00	6.861	6.545.394
2.1.2	Relleno Estructural	m3	687,00	18.801	12.916.287
2.1.3	Desvío provisorio de canal	m3	381,00	6.507	2.479.167
2.1.4	Impermeabilización infraestructura	m2	981,00	2.830	2.776.230
2.1.5	Hormigón pobre H-5	m3	5,00	60.656	303.280
2.1.6	Hormigón H-30	m3	1.187,00	92.498	109.795.126
2.1.7	Acero A63-42H	kg	146.504,00	972	142.401.888
2.1.8	Moldaje	m2	1.927,00	16.763	32.302.301
2.1.9	Pilotes Pre-excavados	m3	1.547,00	421.746	652.441.062
2.2	SUPERESTRUCTURA				
2.2.1	Carpeta Rodado Asfáltica	M2	2.344,00	8.950	20.978.800
2.2.2	Impermeabilización tablero	m2	2.275,00	10.450	23.773.750
2.2.3	Hormigón H-30	m3	976,00	90.578	88.404.128
2.2.4	Acero A63-42H	kg	125.871,00	972	122.346.612
2.2.5	Moldaje	m2	3.740,00	14.161	52.962.140
2.2.6	Vigas Postensadas L:13,85 mt.	un.	1,00	4.250.000	4.250.000
2.2.7	Vigas Postensadas L:14,60 mt.	un.	1,00	4.450.000	4.450.000
2.2.8	Vigas Postensadas L:15,60 mt.	un.	1,00	4.650.000	4.650.000
2.2.9	Vigas Postensadas L:16,80 mt.	un.	7,00	5.500.000	38.500.000
2.2.10	Vigas Postensadas L:24,30 mt.	un.	40,00	6.600.000	264.000.000
2.2.11	Juntas Elastoméricas	ml.	204,00	183.439	37.421.556
2.2.12	Anclajes anti-sísmicos	uni.	173,00	129.500	22.403.500
2.2.13	Apoyos elastoméricos	uni.	311,00	370.615	115.261.265
2.2.14	Losas de Aproximación	m3	40,50	171.312	6.938.136
2.2.15	Barbacanas	gl.	1,00	474.520	474.520
2.2.16	Barandas anti-impactos metálicos	ml.	298,00	67.000	19.966.000
3	OBRA: ACCESOS A PUENTE LOS CASTAÑOS. VIÑA DEL MAR.				
3.1	Demoliciones				
3.1.1	Remoción y retiro de soleras	ml	729,00	2.172	1.583.388
3.1.2	Demolición de aceras y retiro de excedentes	m2	821,00	1.101	903.921
3.1.3	Demolición y retiro de calzada HCV (e = 0,18 m)	m2	1.186,00	3.053	3.620.858
3.1.4	Demolición de hormigones y retiro excedentes	m3	32,00	17.471	559.072
3.1.5	Extracción de árboles	Un	10,00	352.000	3.520.000
3.2	Movimiento de Tierras :				
3.2.1	Excavación de cortes y transporte a botadero	m3	768,00	6.592	5.062.656
3.2.2	Rellenos compactados	m3	1,00	20.476	20.476
3.2.3	Preparación de la subrasante	m2	3.903,00	747	2.915.541
3.2.4	Emparejamiento de veredones	m2	42,00	913	38.346
3.3	Estructura de Pavimento :				
3.3.1	Calle Simón Bolívar - Marina				
3.3.1.1	Base granular T.M. 11/2", e=0,20 m. CBR => 80 %	m2	2.980,00	4.048	12.063.040
3.3.2.2	Calzada HCV., e = 18 cms., resist. flexotracción 55 kgs/cm2	m2	2.980,00	19.353	57.671.940
3.3.2	Avda. 1 Norte				
3.3.2.1	Base granular T.M. 11/2", e=0,20 m. CBR => 80 %	M2	347,00	4.048	1.404.656
3.3.2.2	Calzada H.A., e = 18 cms., resist. flexotracción 55 kgs/cm2	m2	347,00	19.353	6.715.491
3.3.3	Avda. Los Castaños, entre 2 y 3 Norte (pista de viraje)				
3.3.3.1	Base granular T.M. 11/2", e=0,20 m. CBR => 80 %	M2	171,00	4.048	692.208
3.3.3.2	Calzada HCV., e = 18 cms., resist. flexotracción 55 kgs/cm2	M2	171,00	19.353	3.309.363

ITEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTALES
3.4	Aceras y soleras :				
3.4.1	Suministro y colocación soleras tipo A	ml	869,00	12.086,00	10.502.734
3.4.2	Base granular CBR=> (60-80%) Aceras, e= 0,07 m	m2	902,00	2.724,00	2.457.048
3.4.3	Acera HC, e = 0,07 m.	m2	902,00	9.491,00	8.560.882
3.4.4	Rampas Acceso Minusválidos con baldosas Táctiles	Un	14,00	51.252,00	717.528
3.4.5	Mediana avda. 1 norte	ML	8,00	21.009,00	168.072
3.5	Obras de drenaje superficial :				
3.5.1	Excavación manual H = 0 - 2 mts. y transporte a botadero	m3	210,00	3.128	656.880
3.5.2	Suministro y colocación, tubos c.c. D = 400 mm	ml	150,00	48.639	7.295.850
3.5.3	Conexión tubería 400 mm. con cauce existente	Un	1,00	72.764	72.764
3.5.4	Murete de boca de hormigón H-25	m3	4,00	500.629	2.002.516
3.5.5	Dado hormigón H-25 de refuerzo en tubos de 400 mm.	m3	65,00	69.261	4.501.965
3.5.6	Sumideros tipo Serviu, rejilla de 2,07 metros	Nº	17,00	929.885	15.808.045
3.5.7	Tapas de H.A. en cauce Simón Bolívar	Nº	1,00	120.000	120.000
3.5.8	Relleno estructural de zanjas	m3	89,00	23.610	2.101.290
3.5.9	Retiro de escombros y transporte a botadero	m3	144,00	7.018	1.010.592
3.6	Modificación de servicios :				
3.6.1	Nivelación de tapa calzada existente de cámara	Nº	25,00	202.625	5.065.625
3.6.2	Traslado de postes eléctricos y luminarias	Un	9,00	12.000.000	108.000.000
3.6.3	Traslado de torre de alta tensión N°22	Un	1,00	260.000.000	260.000.000
3.7	Demarcación y Señalización				
3.7.1	Demarcación de pavimento	m2	202,00	15.000	3.030.000
3.7.2	Línea continua de 10 cms. de ancho	ml	314,00	1.500	471.000
3.7.3	Línea segmentada de 10 cms, 3 x 5 mts.	ml	661,00	1.100	727.100
3.7.4	Suministro y colocación señal 2 leyendas	Un	2,00	155.000	310.000
3.7.5	Suministro y colocación tachas reflectantes, rojas	Un	14,00	2.500	35.000
3.7.6	Señalización viraje en pavimento	m2	16,00	15.000	240.000
4	OBRA :REVESTIMIENTO ESTERO VIÑA ENTRE PUENTES MERCADO Y LOS CASTAÑOS, COMUNA DE VIÑA DEL MAR-				
4.1	Demoliciones :				
4.1.1	Remoción y retiro de soleras	ml	16,00	2.172	34.752
4.1.2	Demolición de aceras y retiro de excedentes	m2	16,00	1.101	17.616
4.1.3	Demolición de muros de piedra	m3	13,00	17.471	227.123
4.2	REVESTIMIENTO CANAL DEL ESTERO.				
4.2.1	Excavación de cortes y transporte a botadero (15 km)	m3	3.943,00	6.592	25.992.256
4.2.2	Reellenos compactados	m3	362,00	20.476	7.412.312
4.2.3	Preparación de la subrasante	m2	5.501,00	747	4.109.247
4.2.4	Malla Acma C-139	m2	5.501,00	2.349	12.921.849
4.2.5	Hormigón H-30, espesor = 0,10 m.	m2	5.501,00	12.471	68.602.971
4.2.6	DEMOLICION PAVIMENTO EXISTENTE	M2	12.753,00	1.265	16.132.545
4.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS DE VÍAS Y ESTERO;				
4.3.1	Excavación de cortes y transporte a botadero	m3	5.975,00	6.592	39.387.200
4.3.2	Reellenos compactados	m3	321,00	20.476	6.572.796
4.3.3	Preparación de la subrasante	m2	30.560,00	747	22.828.320
4.4	PAVIMENTO DE VÍA DE ACCESO Y VÍA ALTERNATIVA:				
	VIA DE ACCESO				
4.4.1	Base granular T.M. 11/2", e=0,15 m. CBR => 80 %	m2	631,00	4.048	2.554.288
4.4.2	Calzada HCV, e = 15 cms., resist. flexotracción 55 kgs/cm2	m2	631,00	17.499	11.041.869
	VIA ALTERNATIVA				
4.4.3	Base granular T.M. 11/2", e=0,20 m. CBR => 80 %	M2	2.587,00	4.048	10.472.176
4.4.4	Calzada HCV, e = 15 cms., resist. flexotracción 55 kgs/cm2	M2	2.587,00	17.499	45.269.913
4.4.5	Base granular CBR=> 60 %, e = 0,07 m.	m2	14,00	2.724	38.136
4.4.6	Acera HC, H-30, 3 = 0,07 m.	m2	14,00	9.491	132.874
4.4.7	Suministro y colocación soleras tipo A	ml	904,00	12.086	10.925.744

ITEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTALES
4.4.8	Accesos Minusválidos con baldosa táctil	Un	3,00	51.252	153.756
4.5	VARIOS:				
4.5.1	Muro de mampostería de Piedra	m3	12,00	68.176	818.112
4.5.2	Traslado de Poste y tensor de Línea Eléctrica	Un	1,00	10.000.000	10.000.000
4.6	REVESTIMIENTO ESTERO:				
4.6.1	Revestimiento Estero , Rf = 55 kgs/cm2, e = 0,10 m.	m2	27.342,00	13.818	377.811.756
4.7	Demarcación y Señalización				
4.7.1	Demarcación de pavimento	m2	41,00	15.000	615.000
4.7.2	Línea continua de 10 cms.	ml	197,00	1.500	295.500
4.7.3	Línea segmentada de 10 cms, 3 x 5 mts.	ml	226,00	1.100	248.600
4.7.4	Suministro y colocación Señal Pare u otras	Un	17,00	95.000	1.615.000
4.7.5	Suministro y colocación 2 Señales con leyendas	un	2,00	155.000	310.000
5	OBRA: DESVIO DE CAUCE EN CALLE SIMON BOLIVAR.				
5.1	Demoliciones				
5.1.1	Remoción y retiro de soleras	ml	53,00	2.172	115.116
5.1.2	Demolición de aceras y retiro de excedentes	m2	94,00	1.101	103.494
5.1.3	Demolición y retiro de calzada HCV (e = 0,18 m)	m2	277,00	3.053	845.681
5.1.4	Demolición de hormigones	m3	32,00	17.471	559.072
5.2	Movimiento de Tierras :				
5.2.1	Excavación de cortes y transporte a botadero (15 km)	m3	106,00	6.592	698.752
5.2.2	Rellenos compactados	m3	63,00	20.476	1.289.988
5.2.3	Preparación de la subrasante	m2	277,00	747	206.919
5.3	Obras de drenaje superficial :				
5.3.1	Excavación en zanja con máquina	m3	604,00	3.128	1.889.312
5.3.2	Suministro y colocación, tubos c.c. D = 400 mm	ml	16,00	48.639	778.224
5.3.3	Cámara de Inspección de H.A. 3 x 2 x 2,21 m.	Un	1,00	3.338.652	3.338.652
5.3.4	Cajón de H.A. 0,80 x 0,50 m.	ml	16,00	345.484	5.527.744
5.3.5	Cajón de H.A. 2,50 X 1,80 m.	ml	34,00	672.490	22.864.660
5.3.6	Muros de H.A. en salida cajón 2,50 x 1,80 m	m3	10,00	375.277	3.752.770
5.3.7	Loseta de 0,95 x 0,45 x 0,15 m con marco Fe U	Un	3,00	100.000	300.000
5.3.8	Muros de boca de hormigón H-20	m3	4,00	500.629	2.002.516
5.3.9	Dado hormigón H-20 de refuerzo en tubos de 400 mm.	m3	5,00	69.261	346.305
5.3.10	Zampeado de piedra	m2	30,00	46.907	1.407.210
5.3.11	Sumideros tipo Servi, rejilla de 2,07 metros	Nº	4,00	929.885	3.719.540
5.3.12	Canaleta de H.A. 0,80 x 0,70 x 0,20 m	ml	68,00	292.836	19.912.848
5.3.13	Relleno estructural de zanjas	m3	143,00	17.243	2.465.749
5.3.14	Retiro de escombros y transporte a botadero (	m3	519,00	9.125	4.735.875
5.4	Modificación de servicios :				
5.4.1	Traslado de postes	Un	1,00	12.000.000	12.000.000
6	OBRA: ILUMINACION PUENTE.				
6.1	Obra Preliminares				
6.1.1	Señalización de obra	GL	1	500.000	500.000
6.1.2	Señalización Preventiva	GL	1	500.000	500.000
6.1.3	Trazado y Niveles	GL	1	2.000.000	2.000.000
6.2	Obras Eléctricas				
6.2.1	Suministro Luminarias 75w LED				
6.2.1.1	Suministro de Luminarias	Un	17	334.872	5.692.824
6.2.1.2	Instalación de Luminarias	Un	17	57.579	978.843
6.2.2	Conductores				
	Suministro e instalación conductor subterráneo XTU o Superflex 12 AWG	ml	1200	1.066	1.281.600

ITEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTALES
6.2.3	Suministro de Postes				
6.2.3.1	Suministro de Postes Tubulares Cónicos PFVR 5 m con brazo recto de 0.	Un	17	451.015	7.667.255
6.2.3.2	Instalación de postes PRFV.	Un	17	159.177	2.706.009
6.3	Sistema de anclaje	un	17	242.340	4.119.780
6.4	Suministro e instalación de Tuberías acero galvanizado de 32 mm	ml	320	25.804	8.257.280
6.5	Excavación 0.6 mts Prof. y soterramiento (según Norma)	ml	80	19.832	1.586.560
6.6	Cámara Tipo B	Un	4	401.463	1.605.852
6.7	Suministro e Instalación de Empalme Eléctrico	Un	1	793.283	793.283
6.8	Suministro e Instalación Tablero Control	Un	1	529.768	529.768
6.9	Barra Tierra	Un	8	106.748	853.984
6.10	Ferretería en general	Gl	1	2.020.489	2.020.489
6.11	Trámites y declaración SEC	Gl	1	347.335	347.335
6.12	Conexión y puesta en Servicio	Gl	1	1.350.718	1.350.718
6.13	Planos As- Built. (3 en papel, 1 digital y 1 digital georreferenciado)	Gl	1	464.575	464.575
6.14	POLIDUCTO				
	Suministro e Instalación de Tuberías.				
6.14.1	Tuberías acero galvanizado de 110 mm CGE	ml	900	34.339	30.905.100
6.14.2	Tuberías acero galvanizado de 110 mm Corrientes Débiles	ml	900	34.339	30.905.100
6.14.3	Excavación 0.6 mts prof. y soterramiento (según Norma)	ml	50	20.000	1.000.000
6.14.4	Ferretería en General	Gl	1	500.000	500.000
7	SEMAFORIZACION				
7.1	Anexo A (1 Norte)	GL	1	52.318.024	52.318.024
7.2	Anexo B (2 Norte)	GL	1	35.124.329	35.124.329
7.3	Anexo C (3 Norte)	GL	1	17.524.880	17.524.880
7.4	Anexo D (Simón Bolívar-Marina)	GL	1	45.628.983	45.628.983
7.5	Anexo E (Valparaíso-Simón Bolívar)	GL	1	36.029.872	36.029.872
8	DESVIOS DE TRANSITO	Gl	1	8.912.100	8.912.100
				SUBTOTAL	3.451.459.670
				GG	1.094.224.000
				UTILIDADES	340.000.000
				SUBTOTAL	4.885.683.670
				IMPUESTOS %	928.279.897
				TOTAL	5.813.963.567

ANEXO N°.2 PROGRAMACIÓN OBRA

CONSTRUCCION PUENTE LOS CASTAÑOS, ESTERO, MARGA MARGA, VINA DEL MAR

Id	Reporte de obra	Duración	Comienzo	fin	may-18	jun-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20
1	PUENTE LOS CASTAÑOS	429 días	19-12-18	03-02-20																					
2	Entrega de Terreno	2 días	10-12-18	10-12-18																					
3	Obtención Certificados Interferencia e Inspección	47 días	10-12-18	25-01-19																					
4	INSTALACIÓN DE PANTAS	385 días	10-02-19	29-10-19																					
8	OBRAS ESTRUCTURA	296 días	03-03-19	23-12-19																					
9	INFRAESTRUCTURA	135 días	03-03-19	13-09-19																					
10	Excavación a máquina	15 días	03-03-19	17-03-19																					
11	Relevo Estructural	50 días	18-07-19	05-09-19																					
12	Diseño preliminar de canal	40 días	28-03-19	06-05-19																					
13	Impresionalización infraestructura	60 días	16-07-19	13-09-19																					
14	Hormigón pobre H-5	60 días	29-04-19	27-06-19																					
15	Hormigón H-30	120 días	07-05-19	03-09-19																					
16	Acero A63-42H	120 días	30-04-19	27-08-19																					
17	Moldaje	120 días	03-05-19	30-08-19																					
18	Ploteo Pre-excavado	60 días	28-03-19	26-05-19																					
19	SUPERESTRUCTURA	551 días	26-07-19	23-12-19																					
20	Carpetas Rodillo Asfáltica	15 días	01-12-19	15-12-19																					
21	Impresionalización tablero	12 días	19-11-19	30-11-19																					
22	Hormigón H-30	45 días	05-10-19	18-11-19																					
23	Acero A63-42H	67 días	24-08-19	29-10-19																					
24	Moldaje	60 días	20-08-19	18-10-19																					
25	Vigas Postensadas (13,85 mt.	20 días	24-09-19	13-10-19																					
26	Vigas Postensadas (14,60 mt.	20 días	24-09-19	13-10-19																					
27	Vigas Postensadas (15,60 mt.	20 días	04-09-19	23-09-19																					
28	Vigas Postensadas (16,80 mt.	60 días	26-07-19	23-09-19																					
29	Vigas Postensadas (24,30 mt.	60 días	26-07-19	23-09-19																					
30	Junta de Embricaduras	8 días	16-12-19	23-12-19																					
31	Andajes anti sísmicos	4 días	26-10-19	29-10-19																					
32	Apoyo elastomérico	30 días	24-09-19	23-10-19																					
33	Uso de Aproximación	5 días	06-09-19	10-09-19																					
34	Barbacanas	4 días	26-10-19	29-10-19																					
35	Barandas anti impactos móviles	30 días	04-11-19	03-12-19																					

[ANEXO N.º3 PROTOCOLOS DE EJECUCION DE PILOTES]

CONSTRUCTORA TREBOL		PROTOCOLO CONTROL EJECUCIÓN DE PILOTES																												
Obra:		CONSTRUCCIÓN PUENTE LOS CASTAÑOS					Protocolo N°	02																						
		FECHA:					13	03	19																					
Procedimiento de Perforación y Vaciado de concreto Cota A B AC C D G F E	Estribo/ Cepa	Pilote	Coordenadas de proyecto	E(x)	N(Y)	Desviación Total	d (m)	Longitud	Volumen Excavación/ Hormigon (m3)																					
	E.E.	P1	Coordenadas reales de terreno	E'(x)	N'(x)	3,7 cm	1.50	20.64	36.92																					
	Libro topografía N°			Folio N°																										
	1. Perforación (Topografía)																													
<table> <tr> <td>Nivel de Terreno al inicio de excavación</td> <td>5,39</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Nivel de Trabajo Instalación de la maquina pilotera (B)</td> <td>5,39</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Nivel Freatico Observado</td> <td>3,35</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Nivel de la punta del pilote (Cota excav. Real) (E)</td> <td>-16,95</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Altura desde el nivel de terreno a la punta del pilote (B-E)</td> <td>22,34</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Nivel Superior Camisa Temporal (A)</td> <td>6,44</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Nivel Estrato de Fundación (Cota de Proyecto) (F)</td> <td>-16,61</td> <td>m</td> </tr> </table>										Nivel de Terreno al inicio de excavación	5,39	m	Nivel de Trabajo Instalación de la maquina pilotera (B)	5,39	m	Nivel Freatico Observado	3,35	m	Nivel de la punta del pilote (Cota excav. Real) (E)	-16,95	m	Altura desde el nivel de terreno a la punta del pilote (B-E)	22,34	m	Nivel Superior Camisa Temporal (A)	6,44	m	Nivel Estrato de Fundación (Cota de Proyecto) (F)	-16,61	m
Nivel de Terreno al inicio de excavación	5,39	m																												
Nivel de Trabajo Instalación de la maquina pilotera (B)	5,39	m																												
Nivel Freatico Observado	3,35	m																												
Nivel de la punta del pilote (Cota excav. Real) (E)	-16,95	m																												
Altura desde el nivel de terreno a la punta del pilote (B-E)	22,34	m																												
Nivel Superior Camisa Temporal (A)	6,44	m																												
Nivel Estrato de Fundación (Cota de Proyecto) (F)	-16,61	m																												
2. Armadura																														
<table> <tr> <td>Nivel de superior de la Armadura (AC)</td> <td>6.00</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Longitud de la Armadura</td> <td>20.67</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Diametro externo de la armadura (según ETE)</td> <td>1.50</td> <td>m</td> </tr> </table>										Nivel de superior de la Armadura (AC)	6.00	m	Longitud de la Armadura	20.67	m	Diametro externo de la armadura (según ETE)	1.50	m												
Nivel de superior de la Armadura (AC)	6.00	m																												
Longitud de la Armadura	20.67	m																												
Diametro externo de la armadura (según ETE)	1.50	m																												
2.1 Recepción de Armaduras Previo a la Instalación																														
<table> <tr> <td>Diametro según planos</td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Cuántías Según planos</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Amarras</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Separadores</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> </table>										Diametro según planos	SI	NO	Cuántías Según planos	✓		Amarras	✓		Separadores	✓										
Diametro según planos	SI	NO																												
Cuántías Según planos	✓																													
Amarras	✓																													
Separadores	✓																													
<table> <tr> <td>TUBO TREMIE</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>OBSERVACIONES</td> </tr> <tr> <td>Chequeo de uniones</td> <td>✓</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Filtraciones</td> <td>✓</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Elementos de izaje</td> <td>✓</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Integridad</td> <td>✓</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										TUBO TREMIE	SI	NO	OBSERVACIONES	Chequeo de uniones	✓			Filtraciones	✓			Elementos de izaje	✓			Integridad	✓			
TUBO TREMIE	SI	NO	OBSERVACIONES																											
Chequeo de uniones	✓																													
Filtraciones	✓																													
Elementos de izaje	✓																													
Integridad	✓																													
3. Hormigon																														
<table> <tr> <td>Tipo de Hormigon</td> <td>HB 30(90)20-18-DM-390-B4</td> </tr> </table>										Tipo de Hormigon	HB 30(90)20-18-DM-390-B4																			
Tipo de Hormigon	HB 30(90)20-18-DM-390-B4																													
<table> <tr> <td>Cono inicial (primer camion) (laboratorio)</td> <td>19</td> <td>cms</td> </tr> <tr> <td>Volumen Teórico de Hormigon (Topografía)</td> <td>36.92</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>Volumen Real de Hormigon (Topografía) $d^2/4 \times 3.1456 \times L$</td> <td>39.54</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>Volumen Real s/guías de despacho camiones mixers (laboratorio)</td> <td>40.00</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>Nivel final hormigon vaciado (Topografía) (C)</td> <td>4.57</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Largo de Demolición de Pilote (Topografía) (D=C-Xm)</td> <td>0,34</td> <td>m</td> </tr> </table>										Cono inicial (primer camion) (laboratorio)	19	cms	Volumen Teórico de Hormigon (Topografía)	36.92	m3	Volumen Real de Hormigon (Topografía) $d^2/4 \times 3.1456 \times L$	39.54	m3	Volumen Real s/guías de despacho camiones mixers (laboratorio)	40.00	m3	Nivel final hormigon vaciado (Topografía) (C)	4.57	m	Largo de Demolición de Pilote (Topografía) (D=C-Xm)	0,34	m			
Cono inicial (primer camion) (laboratorio)	19	cms																												
Volumen Teórico de Hormigon (Topografía)	36.92	m3																												
Volumen Real de Hormigon (Topografía) $d^2/4 \times 3.1456 \times L$	39.54	m3																												
Volumen Real s/guías de despacho camiones mixers (laboratorio)	40.00	m3																												
Nivel final hormigon vaciado (Topografía) (C)	4.57	m																												
Largo de Demolición de Pilote (Topografía) (D=C-Xm)	0,34	m																												
3.1 Solicitud																														
<table> <tr> <td>Tipo de Hormigon</td> <td>n° Pedido Interno</td> </tr> <tr> <td>HB 30(90)20-18-DM 390-B4</td> <td></td> </tr> </table>										Tipo de Hormigon	n° Pedido Interno	HB 30(90)20-18-DM 390-B4																		
Tipo de Hormigon	n° Pedido Interno																													
HB 30(90)20-18-DM 390-B4																														
Observaciones:																														



PROTOCOLO CONTROL EJECUCIÓN DE PILOTES

Obra:

CONSTRUCCIÓN PUENTE LOS CASTAÑOS

TIEMPO DE EJECUCIÓN DE PILOTES

4.1 Perforación (Subcontrato)

Inicio		Termino		Observaciones
hora 16:00	día 13/02/19	hora 13:00	día 14/02/19	

4.2 Armaduras (Subcontrato)

Inicio		Termino		Observaciones
hora 10:00	día 05/02/19	hora 10:00	día 13/02/19	

4.3 Tubería Tremie (Subcontrato)

Inicio		Termino		Observaciones
hora 10:40	día 18/02/19	hora 14:00	día 18/02/19	

4.4 Vaciado de Hormigón (Laboratorio)

Inicio		Termino		Volumen m3				Observaciones
hora	día	hora	día	Teor.	Real	Exced.	%	
10:59	18/02/19	13:56	18/02/19	36.9	40	3.1	8.4	

N° CAMION	m3	Cono (cms)	Hora		N° de Guía Desp.	Muestra	OBSERVACIONES
			Inicio	Termino			
1	3	19	10:59	11:04	3199284		
2	3	19	11:11	11:21	3199293	046205	
3	3	20	11:48	11:56	3199295		
4	3	19	12:30	12:46	3199303		
5	3	19.5	12:55	13:26	3199306	046206	
6	3	19	13:30	13:56	3199308		
7							
8							
9							
10							

TERRATEST
FECHA: 18/02/19TOPOGRAFIA
FECHA: 18/02/19LABORATORIO
FECHA: 19-02-2019JEFE DE TERRENO
FECHA: 14-02-19INSPECTOR FISCAL
FECHA: 19/02/19MECANICO DE SUELOS
FECHA: 13/3/19