

PASANTÍA REALIZADA COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL PROYECTO
MAR 2

LUZ MERY BAQUERO VEGA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2019

PASANTÍA REALIZADA COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL PROYECTO
MAR 2

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

LUZ MERY BAQUERO VEGA
DIRECTOR: ING. MANUEL ORLANDO HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2019

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, mi guía, mi apoyo, mi amor incondicional. Le agradezco infinitamente por mostrarme el camino, tomar mi mano, ponerme en el lugar correcto, con las personas correctas y llenar mis días de éxitos y bendiciones. A lo largo de mi corta vida he aprendido que de su mano todo es posible, este es solo uno de los primeros peldaños que subiré a su lado.

A mis padres, por su constancia, esfuerzo y apoyo. Gracias por todos y cada uno de los días dedicados a mí, a mis triunfos, a mis sueños. Gracias por hacer mi camino un poco más sencillo, por entregarme su tiempo, su sueño, sus días de trabajo, pero sobre todo muchas gracias por regalarme su amor.

A Oscar Navas, por ser ejemplo y apoyo en este proceso. Muchas gracias por abrirme las puertas de GISAICO S.A. Por confiar en mí y ayudarme a entender que, en adelante, surgir profesionalmente es tarea mía. Agradezco a todas y cada una de las personas del proyecto Mar 2. A los trabajadores por enseñarme quizás mucho más de lo que en un salón de clases se puede aprender. A los ingenieros, por cuidarme y ser mi apoyo. A mis compañeros, por estar siempre prestos a colaborar y despejar mis inquietudes.

Finalmente, deseo agradecer desde lo más profundo de mi corazón, a mi Ingeniero favorito, Carlos José. Mil gracias por ser mi maestro, mi mentor, mi amigo. Por convertirse en un ejemplo para mí. Por dedicar su tiempo en explicarme, enseñarme y escucharme. Por respaldarme en las dificultades e incluirme en todos y cada uno de los procesos realizados durante la ejecución del proyecto. Mil gracias por estar siempre presente.

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, 2019

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	9
2. ABSTRACT	10
3. INTRODUCCIÓN	11
4. OBJETIVOS	13
4.1 Objetivo General	13
4.2 Objetivos Específicos	13
5. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO	14
5.1 Área de influencia Directa	16
5.2 Área de influencia Indirecta	16
5.3 Geología general del Proyecto	16
5.4 Puente Provisional N°4	17
5.5 Puente 1	17
5.6 Puente 2	18
5.7 Vía Principal	19
5.8 Túnel falso	19
6. Descripción de actividades desarrolladas	20
6.1 Actividades realizadas durante acompañamiento en campo	20
6.1.1 Acompañamiento Puentes	20
6.2 Registros diarios	21
6.3 Programación y acompañamiento voladura	21
6.4 Acompañamiento Puente provisional N°4	21
6.4.1 Inyección vigas 1 y 2	21
6.4.2 Liberación New Jersey	22
6.5 Registros Fotográficos	22
7. APORTES DEL TRABAJO	29
7.1 COGNITIVOS	29
7.1.1 Metodología de construcción Puente provisional N°4	29
7.1.1.1 Cantidad de trabajo Construcción	29
7.1.1.2 Preliminares	31

7.1.1.3 Construcción	31
7.1.2 Metodología de construcción Puente N°1	34
7.1.2.1 Cantidad de trabajo de construcción	34
7.1.2.2 Preliminares	35
7.1.2.3 Construcción	36
7.1.3 Metodología de construcción Puente N°2	38
7.1.3.1 Cantidad de trabajo Construcción	38
7.1.3.2 Preliminares	41
7.1.3.3 Construcción	41
7.1.4 Metodología de construcción Vía Principal	42
7.1.4.1 Cantidad de trabajo Construcción	42
7.1.4.2 Preliminares	43
7.1.4.3 Construcción	44
7.1.5 Metodología de construcción Túnel Falso	46
7.1.5.1 Cantidad de trabajo Construcción	46
7.1.5.2 Preliminares:	47
7.1.5.3 Construcción	48
7.2 A LA COMUNIDAD	50
8. IMPACTOS	54
8.1 Medidas que garantizan la calidad y seguridad en el Proyecto	54
8.1.1 Medidas para garantizan la seguridad	54
8.1.2 Medidas de construcción Diseño general de construcción	56
8.1.3 Almacenamiento de materiales	58
8.1.4 Equipos mecánicos	59
8.2 Medidas de protección del medio ambiente	60
8.2.1 Medidas de protección ambiental	60
8.2.2 Medidas de garantía del sistema	61
9. GLOSARIO	66
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Seguimiento excavación de pilotes	50
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización Unidad Funcional 02	15
Figura 2. Localización Unidad Funcional 02	15
Figura 3. Localización Puente Provisional N°4	17
Figura 4. Localización Puente 1.....	18
Figura 5. Localización Puente 2.....	18
Figura 6. Construcción Puente Provisional N°4	22
Figura 7. Instalación vigas Puente Provisional N°4.....	23
Figura 8. Elaboración obra falsa Puente Provisional N°4	23
Figura 9. Registro actividades Puente 1, Puente Provisional N°4 y Vía	24
Figura 10. Actividades en planta de concreto y Puente Provisional N°4.....	24
Figura 11. Registro actividades en Puente 2, vía y planta de concreto	25
Figura 12. Registro de actividades realizadas en vía y Puente 1.....	25
Figura 13. Actividades realizadas en vía, Puente 2 y Puente 1	26
Figura 14. Registro de actividades realizadas en Puente 2 y Puente 1	26
Figura 15. Registro de actividades Puente 1, Puente 2 y vía	27
Figura 16. Registro de actividades realizadas en vía y puentes	27
Figura 17. Registro de actividades realizadas en vía y Puente	28
Figura 18. Registro de actividades realizadas en vía.....	28
Figura 19. Planta general Puente provisional #4	29
Figura 20. Vista Lateral Puente Provisional N°4	30
Figura 21. Sección transversal del Puente Provisional N°4	30
Figura 22. Planta general Puente N°1	34
Figura 23. Vista lateral Puente N°1.....	34

Figura 24. Sección transversal del Puente N°1	35
Figura 25. Planta general Puente N°2	39
Figura 26. Vista lateral Puente N°2.....	39
Figura 27. Sección transversal del Puente N°2	40
Figura 28. Planta General vía (K0+000-K0+900).....	42
Figura 29. Planta general vía (K0+900-K1+800).....	43
Figura 30. Planta general vía (K1+800-K2+700).....	43
Figura 31. Implantación falso Túnel (K0+800)	46
Figura 32. Perfil longitudinal eje vial	46
Figura 33. Isométrico módulo Falso Túnel.....	47
Figura 34. Esquema caisson puente 1.....	51
Figura 35. Charla seguridad y salud en el trabajo.....	55
Figura 36. Realización pruebas de alcoholemia.	56
Figura 37. Medición de gases.	57
Figura 38. Calistenia.....	57
Figura 39. Supervisión anillos Caisson	58
Figura 40. Rotulación combustible.....	59
Figura 41. Charla ambiental.....	60
Figura 42. Jornada de orden y aseo	63
Figura 43. Verificación del almacenamiento de materiales.....	64

1. RESUMEN

Con el presente informe, se da a conocer el seguimiento de las actividades desarrolladas en el tiempo correspondiente de pasantía. Durante este periodo, se realizaron labores de acompañamiento en la ejecución de la construcción de las diferentes obras civiles (Puente provisional 4, Puente 1, Puente 2, obras menores, muros de contención) establecidas en la ejecución de obra. Las labores mencionadas, incluyen la supervisión en la entrega y admisión de algunos de los materiales requeridos en el proyecto, el seguimiento de las respectivas cantidades de obra que se llevan a cabo y la verificación en el cumplimiento de los requerimientos exigidos por las entidades que regulan la obra, Chec (China Harbour Engineering Company), Interventoría y ANI (Agencia Nacional de infraestructura) respectivamente. Para dar paso a la elaboración de las actividades anteriormente señaladas, fue necesario recurrir a un informe diario de campo, en donde se reporta la información de las actividades ejecutadas en la obra, la maquinaria disponible y el personal presente en las mismas. Por otro lado, en cuanto al manejo de material, especialmente el explosivo, se hizo uso del formato asignado por el contratista, de tal manera que se pudiera visualizar de forma clara y precisa el control de las cantidades solicitadas para cada actividad en donde se requería dicho material. El acompañamiento en las actividades anteriores, hizo posible la verificación de los protocolos y procesos pertenecientes al área de seguridad y salud en el trabajo (SST). Posteriormente, se realizó el seguimiento de las excavaciones de los Caisson, obteniendo el rendimiento de los mismos.

2. ABSTRACT

With this report, it is expected to make known of the activities developed during the time corresponding to the internship. During this period, Accompaniment work was performed in the different civil works (Provisional Bridge 4, Bridge 1, Bridge 2, minor works, retaining walls) established in the execution of the work. The mentioned tasks include the supervision in the delivery and admission of some of the materials required in the project, the follow-up of the respective quantities of work carried out and the verification in the fulfillment of the requirements demanded by the entities that regulate the work , Chec (China Harbor Engineering Company), audit and ANI (National Agency of infrastructure) respectively. To give way to the elaboration of the activities previously mentioned, it was necessary to resort to a daily report of field, where the information of the activities executed in the work is informed, on the other hand, regarding the handling of material, especially explosives, use was made of the format assigned by the contractor, in such a way that it was possible to clearly and precisely visualize the control of the quantities requested for each activity in which such material was required. The accompaniment in the previous activities made possible the verification of the protocols and processes pertaining to the area of occupational safety and health (SST). Subsequently, the excavations of the Caissons were monitored and their performance was obtained

3. INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil representa en la sociedad un factor determinante para la innovación, invención, desarrollo y avance tecnológico en un país. Hoy en día, dicha representación se puede evidenciar en las incontables construcciones que se han realizado con el paso de los años. Construir se ha convertido en una necesidad fundamental para la sociedad, pues ha logrado dar solución a las diferentes problemáticas tanto sociales como ambientales que han aquejado durante décadas a la población.

El sector de la construcción resulta ser la especialidad más importante de esta ciencia y es el encargado de diseñar edificios grandes, puentes, tanques, torres, presas y otras estructuras grandes. Los ingenieros, diseñan y seleccionan los componentes y sistemas apropiados (por ejemplo, vigas, columnas, losas) para suministrar la resistencia, estabilidad y durabilidad adecuadas (1)

Con el paso del tiempo, la sociedad se ve obligada a desarrollarse de tal manera que las actividades que realiza diariamente no se vean afectadas y resulten mucho más cómodas para quienes las desempeñan. El ser humano como principal actor en la sociedad, se encuentra directamente vinculado a la cooperación de dichas necesidades y, por lo tanto, el avance como sociedad se ve reflejado en la manera que éste las supla.

Las vías nacionales constituyen en un país uno de los medios más importantes para el transporte tanto de los individuos, como de las materias primas y demás elementos que contribuyen al buen desempeño de las actividades realizadas cotidianamente en la sociedad. La ruta nacional que une a la ciudad de Medellín con Urabá-Antioquia corresponde a una de las mencionadas vías, en donde no solo la comunicación juega un papel importante, sino también la economía, pues conectan algunos de los principales centros de intercambio comercial existentes en el país.

Dada la importancia de activar la economía y favorecer el desarrollo del país, surge la necesidad de realizar operación, rehabilitación, mantenimiento, duplicación de calzada y construcción, en la ruta nacional 62. La ruta en mención se encuentra dividida en 6 unidades funcionales destinadas a ejecutar la construcción de importantes obras civiles tales como túneles, túneles falsos y puentes. Estas obras contribuyen directamente a cumplir con uno de los objetivos del proyecto Autopista al Mar 2, conectar eficientemente el centro del país, Medellín, con la Costa Caribe, el puerto de Urabá y la transversal de las Américas. Del mismo modo, disminuyen los tiempos de viaje y los costos del mismo.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Aplicar los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación académica en la ejecución de actividades realizadas durante el tiempo de pasantía. Lo anterior incluye principalmente el seguimiento, desde diferentes áreas del conocimiento, a los procesos constructivos de Puente 4, Puente 1, Puente 2, túnel falso y un tramo vial, obras correspondientes al proyecto Autopista al Mar 2.

4.2 Objetivos Específicos

- Adquirir conocimiento en cuanto al manejo de las diferentes áreas (ambiental, social, calidad y seguridad) con el fin de aportar a ellas desde una perspectiva técnica.
- Identificar los requerimientos técnicos exigidos por las entidades que regulan la obra.
- Brindar apoyo técnico durante la revisión de las actividades realizadas en los frentes de trabajo.

5. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

El Proyecto de las Autopistas para la Prosperidad en Antioquia, tiene como objetivo principal generar la conexión vial de Medellín y Antioquia con el sistema nacional de autopistas, que a su vez la conducen a los principales centros de intercambio comercial nacional e internacional, como la Costa Caribe, la Costa Pacífica y el río Magdalena. Las vías objeto de la concesión 'Autopista Mar 2', tienen una longitud total estimada de 245.6 kilómetros (1). Las obras objeto de esta concesión consisten en un Mejoramiento de la calzada actual en el tramo Cañasgordas-Uramita, la construcción de una nueva vía en calzada sencilla (Variante de Fuemia) y la operación y mantenimiento de la vía actual entre los municipios de Uramita y Dabeiba, mejoras puntuales de trazado y la rehabilitación del resto del tramo Dabeiba Mutatá, la rehabilitación del tramo Mutatá-El Tigre y el mantenimiento y operación desde El Tigre al municipio de Necoclí. (2)

El proyecto pertenece a la unidad funcional 2 de la Autopista al Mar 2 y se encuentra ubicado en el occidente del departamento de Antioquia entre los municipios de Uramita y Dabeiba, a 5 km del casco urbano del municipio de Uramita y sobre la ruta nacional 62 que une a la ciudad de Medellín con el Urabá Antioqueño.



Figura 1. Localización Unidad Funcional 02

Fuente: Gisaico S.A.

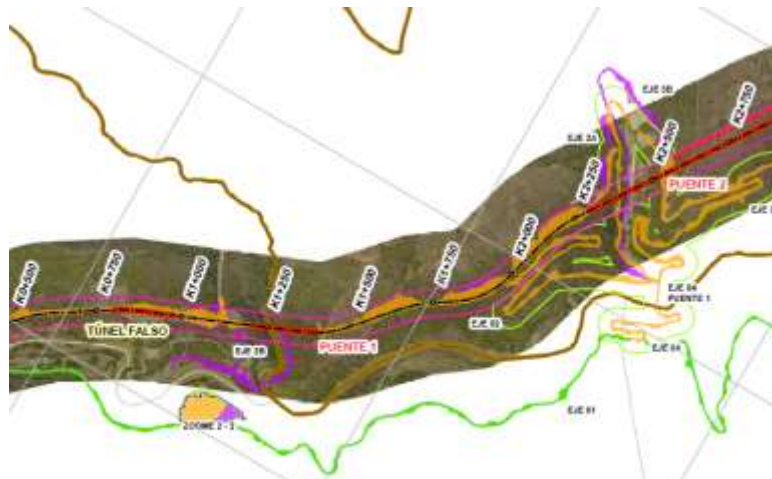


Figura 2. Localización Unidad Funcional 02

Fuente: Gisaico S.A.

5.1 Área de influencia Directa

Zona rural del Municipio de Uramita – Antioquia: Ubicado en el Occidente del departamento de Antioquia a 173 Kilómetros de Medellín, posee un relieve arrugado en grandes montañas, con una temperatura promedio de 24 °C. Su economía se basa en la agricultura, la ganadería y el comercio. Entre sus atractivos turísticos se encuentran: El parque principal, la iglesia parroquial Santa Ana, Río Sucio, El Guibán, entre otros. (2)

5.2 Área de influencia Indirecta

Por tratarse de un proyecto para una de las concesiones viales de 4ª generación se puede considerar que impacta indirectamente a gran parte del territorio nacional y en especial la zona occidental y el Urabá en el departamento de Antioquia.

5.3 Geología general del Proyecto

El terreno es montañoso, con formación geológica de rocas sedimentarias y rocas volcánicas, de las cuales el flujo de agua de Río Sucio es caudaloso, y el diámetro de la grava es considerable. La unidad funcional 2 (UF2) y la unidad funcional 3 (UF3) se ubican en el terreno montañoso tectónico, con alguna geomorfología cónica y colapsada, que es el resultado de factores externos como el clima, la intemperie y la erosión. Hay rocas volcánicas (Chert) y calizas de Nutibara (K2cn), que también se cubren por los depósitos recientes aluviales (Qal), los depósitos de la plataforma aluvial (Qt), los depósitos de colapso (Qco), los depósitos de fluidos (Qft) y los depósitos artificiales (Qar) parcialmente.

5.4 Puente Provisional N°4

El puente provisional N°4 servirá como vía de acceso a puente 2, a túnel Fuemia N°1 y a la vía comprendida entre Puente N°1 y puente N°2. Esta obra pertenece a la unidad funcional 2 de la Autopista al Mar 2 y se encuentra ubicada en la vía provisional N°4, este puente atravesara el río sucio.

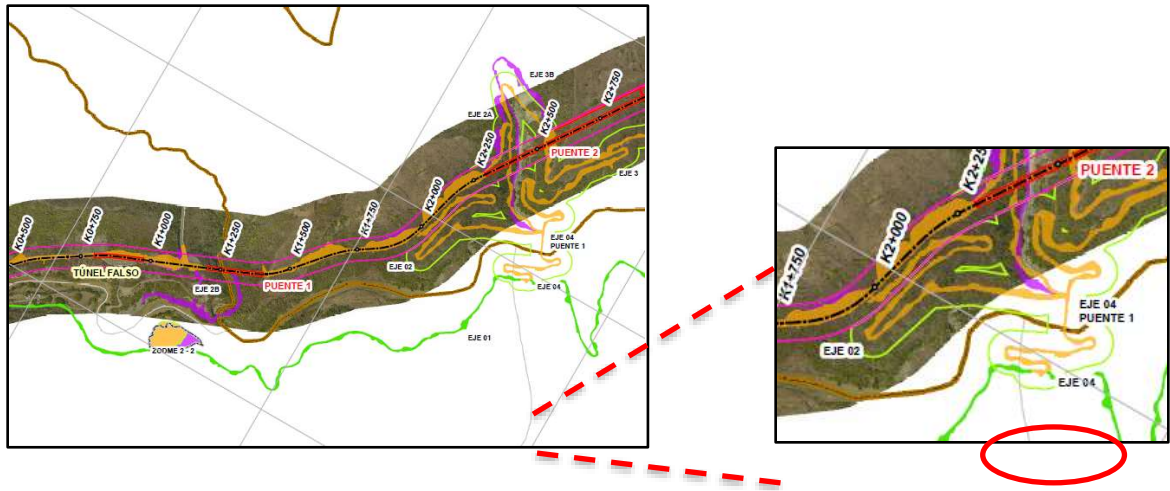


Figura 3. Localización Puente Provisional N°4

Fuente: Gisaico S.A.

5.5 Puente 1

El puente N°1 se encuentra ubicado sobre el río verde y su función corresponde a dar continuidad a la vía que pertenece a la unidad funcional 2 de la Autopista al Mar 2. Inicia en el K1+202.00 y finaliza en K1+402.00.

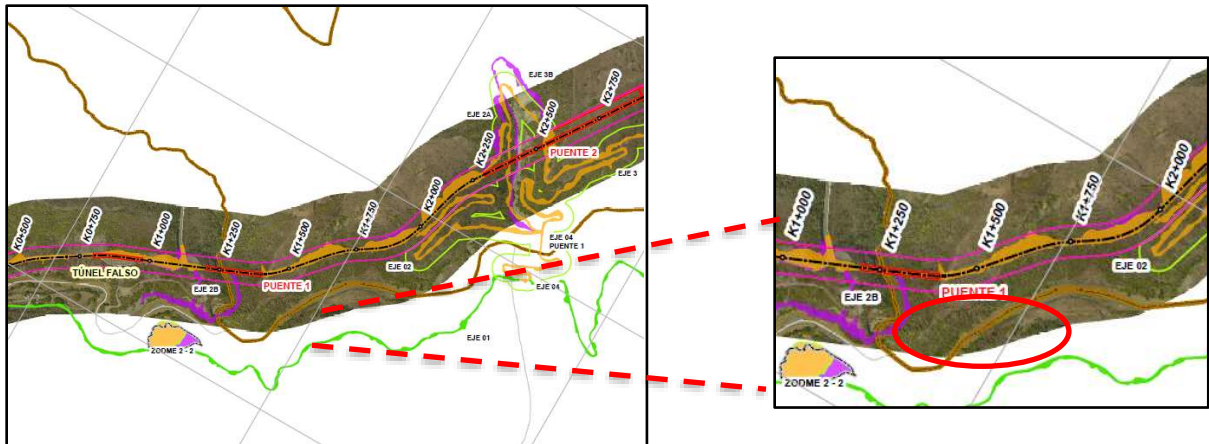


Figura 4. Localización Puente 1

Fuente: Gisaico S.A.

5.6 Puente 2

El puente N°2 se encuentra ubicado sobre la quebrada el zancudo y su función corresponde a dar continuidad a la vía que pertenece a la unidad funcional 2 de la Autopista al Mar 2. Inicia en el K2+259.86 y finaliza en K2+491.47.

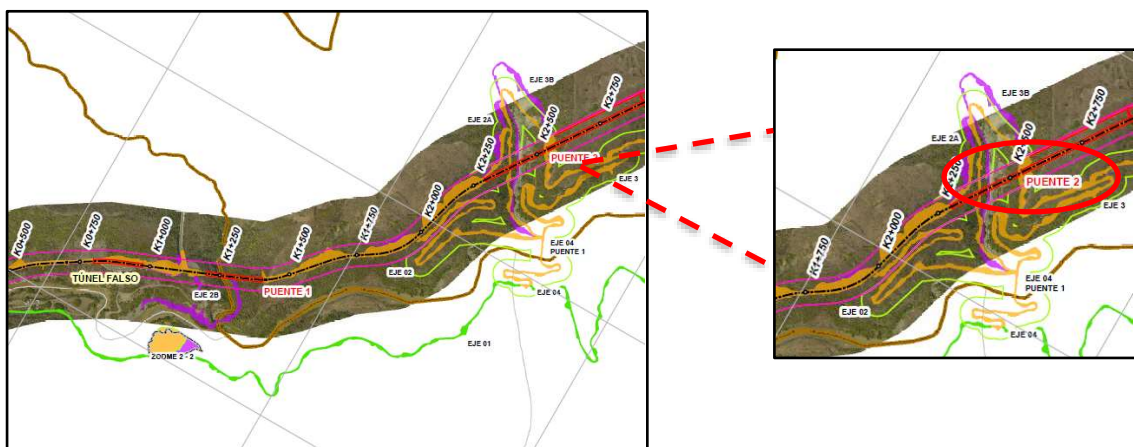


Figura 5. Localización Puente 2

Fuente: Gisaico S.A.

5.7 Vía Principal

En la vía principal se encuentran tres tramos, el primero se localiza entre las abscisas K0+000.00 y K0+800.00, corresponde a una rectificación de la vía principal. El segundo tramo, se localiza en la abscisa K0+800.00 (falso túnel) y la K0+974.00. Por último, el tercer tramo inicia la abscisa K1+402.00, finaliza en la K2+259.86. Los tramos mencionados anteriormente corresponden a la unidad funcional 2 de la Autopista al Mar 2.

5.8 Túnel falso

El túnel falso, se encuentra localizado entre las abscisas K0+800.00 y K0+975.00 y corresponde a la unidad funcional 2 de la Autopista al Mar 2.

6. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

6.1 Actividades realizadas durante acompañamiento en campo

6.1.1 Acompañamiento Puentes

Esta actividad se encuentra directamente relacionada con ejercer labores de control de obra durante la realización de las actividades que, hasta el momento, eran ejecutadas tanto en Puente 1 como en Puente 2. Estos dos puentes, son obras de gran magnitud que suponen tareas críticas, entre las cuales se encuentra la excavación de Caisson. De forma diaria se verificaba que, en los dos frentes, estuvieran las herramientas y equipos (molinetes, baldes, extractores, planta eléctrica, guaya, pulmón, mangueras, luminarias) necesarios para dar comienzo a la actividad. Del mismo modo, y como con el paso del tiempo se iban abriendo Pilas que requerían esta actividad, todas las herramientas y equipos eran verificados a través del almacén e instalados con el personal encargado (Mecánicos, Eléctricos). Por otro lado, era sumamente importante revisar que existiera el material necesario para desarrollar la tarea ya mencionada. De tal manera de forma diaria, se trataba de dejar el material (Arena, Triturado, agua, cemento) listo para el trabajo del día siguiente. Con el acompañamiento era posible resolver los inconvenientes de maquinaria o equipos informando al personal a cargo de los mismos. Adicionalmente, durante el día se tomaban decisiones pertinentes sobre los inconvenientes presentados en cuanto a ejecutar algún procedimiento.

6.2 Registros diarios

6.3 El informe diario, contiene las actividades realizadas en todos los frentes de obra, su respectiva cantidad y el registro fotográfico de las mismas. Adicionalmente, se relaciona el personal y la maquinaria disponible en la obra. **Ver Anexo 1.** Por otro lado, se maneja también de forma diaria, el formato de trazabilidad de Caisson donde queda registrado el avance de estos y junto con ellos el avance de sus anillos. **Ver Anexo 2.** La información para realizar ambos registros, se tomaba durante el acompañamiento de las actividades o era brindada por el ingeniero a cargo.

6.4 Programación y acompañamiento voladura

A finales del mes de marzo y principios del mes de abril se empezó a realizar voladura en las Pila 2 y 3 de Puente 2. Como primera medida se realizó la programación de la voladura, indicando las fechas, cotas, profundidad de perforación, cantidad de explosivo (Indugel, Anfo, Cordón detonante, Detonador eléctrico y exeles), entre otros. **Ver anexo 3**, esto con el fin de poder dirigirse al polvorín y retirar el material solicitado. Después, fue realizado el acompañamiento durante dichas voladuras, verificando la disposición del material explosivo, comprobando que el personal de seguridad y salud en el trabajo tuviera en regla los permisos de trabajo en altura y confinado para la tarea a realizar, solicitando el acompañamiento de la ambulancia y la enfermera para cualquier eventualidad, confirmando la instalación de la alarma y revisando la disposición de equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo la voladura.

6.5 Acompañamiento Puente provisional N°4

6.5.1 Inyección vigas 1 y 2

Durante el acompañamiento de la actividad en mención, se verificó que las cantidades que eran dispuestas en la bomba de inyección de concreto fueran las establecidas por el laboratorista, se hizo acompañamiento y verificación en el proceso de inyección.

6.5.2 Liberación New Jersey

Para la liberación de las barreras tipo New Jersey fue necesario recurrir al formato de liberación establecido por la empresa. Este formato se encuentra dividido en tres secciones, en la primera, se encuentra lo relacionado al control topográfico y acero de refuerzo. En la segunda sección, está todo lo relacionado con la instalación del sistema de encofrado. La tercera sección corresponde al control en cuanto al vaciado de concreto. **Ver Anexo 4.**

6.6 Registros Fotográficos



Figura 6. Construcción Puente Provisional N°4

Fuente: Autora



Figura 7. Instalación vigas Puente Provisional N°4

Fuente: Autora



Figura 8. Elaboración obra falsa Puente Provisional N°4

Fuente: Autora



Figura 9. Registro actividades Puente 1, Puente Provisional N°4 y Vía

Fuente: Autora



Figura 10. Actividades en planta de concreto y Puente Provisional N°4

Fuente: Autora



Figura 11. Registro actividades en Puente 2, vía y planta de concreto

Fuente: Autora



Figura 12. Registro de actividades realizadas en vía y Puente 1

Fuente: Autora



Figura 13. Actividades realizadas en vía, Puente 2 y Puente 1

Fuente: Autora



Figura 14. Registro de actividades realizadas en Puente 2 y Puente 1

Fuente: Autora



Figura 15. Registro de actividades Puente 1, Puente 2 y vía
Fuente: Autora



Figura 16. Registro de actividades realizadas en vía y puentes
Fuente: Autora



Figura 17. Registro de actividades realizadas en vía y Puente
Fuente: Autora



Figura 18. Registro de actividades realizadas en vía
Fuente: Autora

7. APORTES DEL TRABAJO

7.1 COGNITIVOS

Durante el tiempo desarrollado en la pasantía fue posible establecer por medio de los planos y con el apoyo del ingeniero a cargo de cada frente, los procedimientos constructivos para cada una de las obras a ejecutar en el proyecto, estos son mencionados a continuación.

7.1.1 Metodología de construcción Puente provisional N°4

7.1.1.1 Cantidad de trabajo Construcción

Este puente tiene una longitud total de 36.5 m. Está conformado por dos apoyos laterales cimentados sobre micro pilotes y losas de cimentación. El tablero está conformado por dos vigas postensadas y un tablero en láminas de acero stell deck y concreto.

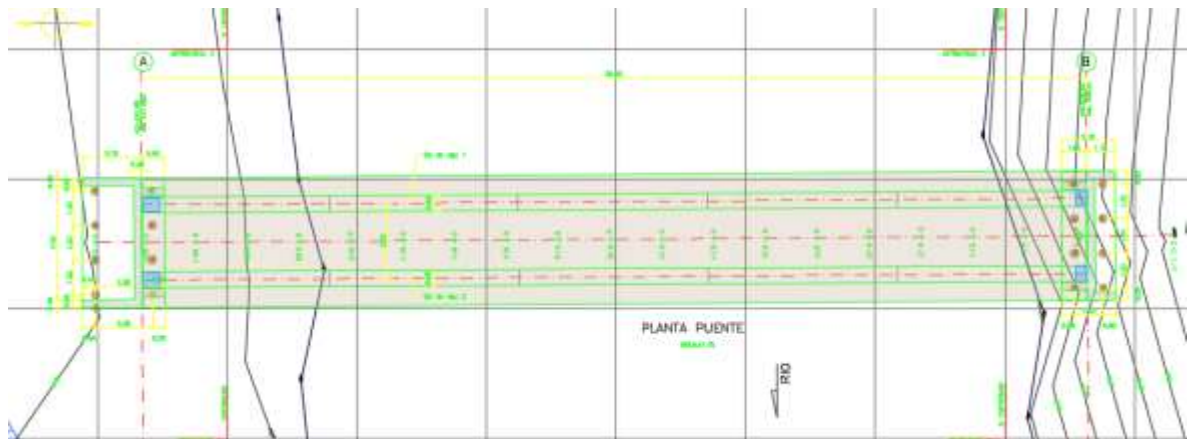


Figura 19. Planta general Puente provisional #4

Fuente: Gisaico S.A

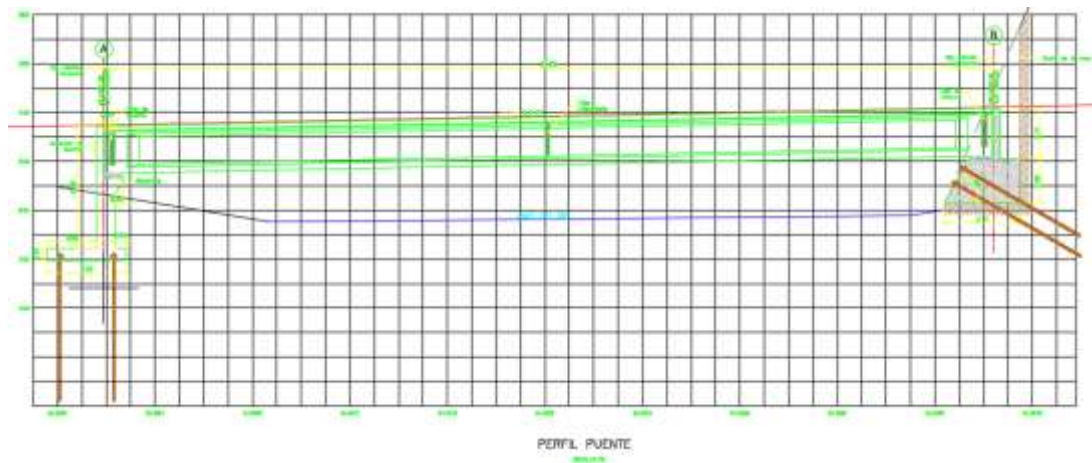


Figura 20. Vista Lateral Puesto Provisional N°4
Fuente: Gisaico S.A.

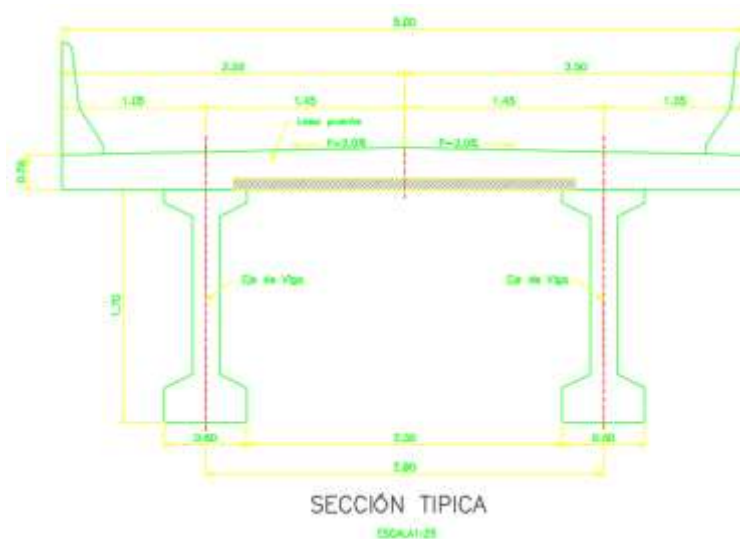


Figura 21. Sección transversal del Puesto Provisional N°4
Fuente: Gisaico S.A.

A continuación, se relacionan los principales pasos que se deben realizar para la construcción y puesta en funcionamiento del puente.

7.1.1.2 Preliminares

- I. **Localización del proyecto:** Se realiza la localización del proyecto de acuerdo con la información suministrada por el cliente, esta localización se realiza de acuerdo con lo establecido por la licencia ambiental del proyecto.
- II. **Levantamiento topográfico:** Esta actividad se realiza con el fin de obtener toda la superficie terrestre del terreno antes de que se realice una intervención y así poder adaptar los planos a la realidad.
- III. **Diseño:** Se presentan los diseños al cliente.

7.1.1.3 Construcción

- I. **Adecuación de accesos:** Esta actividad consisten en mejorar las condiciones de la vía industrial existente para garantizar un acceso cómodo y seguro hasta el sitio de labores, para lograrlo se emplea un bulldozer y una retroexcavadora.
- II. **Excavación de estribos:** Esta actividad consiste en realizar una explanación mecanizada para llegar hasta la cota de cimentación definida por el diseñar con el fin de garantizar el apoyo de la estructura en un suelo competente.
- III. **Construcción de micropilotes (cimentación profunda):** Consiste en realizar una perforación que se refuerza mediante la introducción barras de acero autoperforante que quedan como refuerzo definitivo del elemento, estas son adheridos al terreno mediante una lechada de cemento que se inyecta a presión. Para la construcción de estos se emplea un equipo de perforación tipo Track Drill.
- IV. **Construcción losas de cimentación y estribos:** Esto elementos son los que garantizan la transferencia de la carga de la superestructura del puente a al suelo. Son elementos contruidos en sitio con concreto reforzado con la geometría indicada en planos. Para la construcción de estos se emplea un encofrado en madera o metal.

- V. **Construcción de vigas segmentadas:** Estas vigas son las que soportan el tablero del puente y se construyen en un patio de prefabricado aledaño a la ubicación definitiva del puente. Las etapas que se deben ejecutar son:
- Adecuación y nivelación de pistas que garanticen una superficie lisa y nivelada para el fondo de las vigas.
 - Armado de acero.
 - Colocación de ductos.
 - Encofrado de módulos impares.
 - Vaciado de concreto de módulos impares.
 - Desencofrado de módulos impares.
 - Vaciado de módulos pares.
 - Transporte de módulos hasta la cercha de lanzamiento por medio de equipos de carga.
 - Colocación y ensamble de los segmentos de vigas longitudinales prefabricadas.
- VI. **Instalación cercha de lanzamiento:** Este equipo funciona como obra falsa para el ensamble y transporte a la posición definitiva de las vigas prefabricadas por segmentos. El paso a paso de su armado y posicionamiento es:
- Construcción de terraplén nivelado.
 - Armado de cercha sobre el terraplén.
 - Lanzado de cercha sobre el río o accidente geográfico a salvar.
 - Desplazamiento de cercha hasta la posición de interés sobre los estribos del puente.
- VII. **Instalación de vigas.** Para instalar las vigas en la posición definitiva sobre los estribos del puente se coloca uno a uno cada módulo prefabricado sobre la cercha y se desplaza horizontalmente por medio de esta hasta la ubicación correspondiente, una vez estén todos los módulos alineados y unidos entres

si se procede con la instalación de los cables y posterior tensado de los mismos.

- VIII. **Encofrado, armado y vaciado de tablero:** Este paso se realiza para construir el diafragma sobre las vigas que servirá como superficie rígida y segura para el tránsito de personal y equipo de una margen a otra del río. Para lograrlo se deben encofrar los voladizos y la luz entre las vigas generando una superficie segura de trabajo que permita la instalación del acero y posterior colocación del concreto.
- IX. **Construcción de barreras tipo New Jersey:** Finalizada la construcción de la losa se procede con la construcción de las barreras tipo New Jersey en los dos bordes longitudinales del puente. Estos elementos evitaran la caída de los vehículos y personas que transiten sobre el puente.

7.1.2 Metodología de construcción Puente N°1

7.1.2.1 Cantidad de trabajo de construcción

Este puente posee 2 luces de 100 m cada una, para una longitud total de 200 m. Está conformado por tres apoyos. El eje apoyo 1 se encuentra ubicado en la abscisa K1+202.00 y está cimentado sobre 6 pilotes con un diámetro de 1.80 m c/u y una longitud de 34.00 m de profundidad, a su vez, sobre ellos se ubica una zapata y un estribo. El eje pila 1 está localizado en la abscisa K1+302.00 m y lo conforman 8 pilotes con 2 m de diámetro, 28 m de profundidad y una pila de 44 m. Finalmente, el eje apoyo 2 se ubica en la abscisa K1+402.00 y su cimentación corresponde a la misma establecida en el eje apoyo 1. El tablero está conformado por dovelas sucesivas.

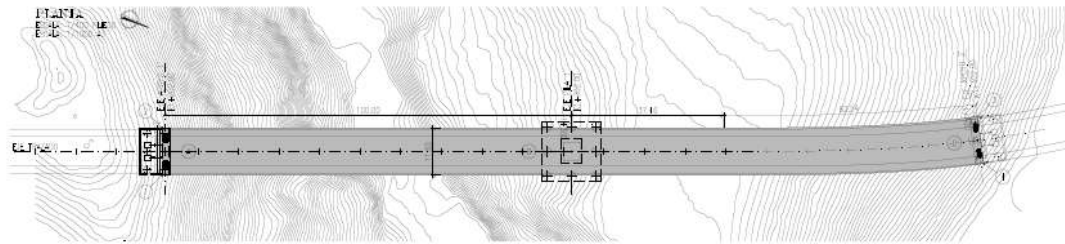


Figura 22. Planta general Puente N°1

Fuente: CHEC HARBOUR.

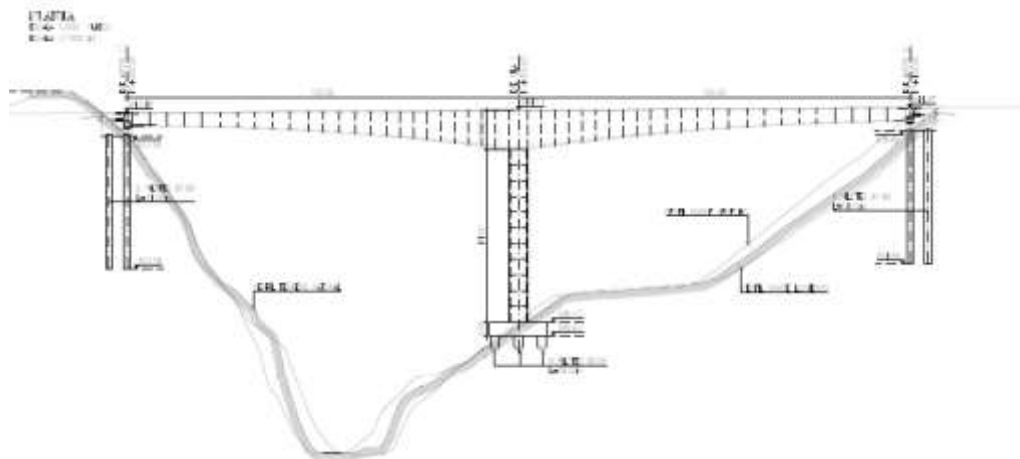


Figura 23. Vista lateral Puente N°1

Fuente: CHEC HARBOUR.

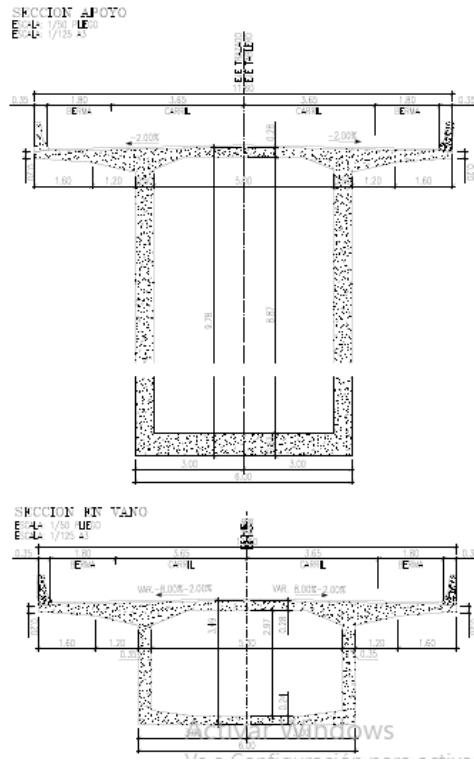


Figura 24. Sección transversal del Puente N°1

Fuente: CHEC HARBOUR.

A continuación, se relacionan las etapas principales que se deben realizar para la construcción y puesta en funcionamiento del puente.

7.1.2.2 Preliminares

- I. **Localización del proyecto:** Se realiza la localización del proyecto de acuerdo con la información suministrada por el cliente, esta localización se efectúa de acuerdo con lo establecido por la licencia ambiental del proyecto.

- II. **Levantamiento topográfico:** Esta actividad se realiza con el fin de obtener toda la superficie terrestre del terreno antes de que se realice una intervención y así poder adaptar los planos a la realidad.
- III. **Adecuación de accesos:** Se realiza la adecuación del acceso al eje apoyo 1 y posteriormente se instala un teleférico desde el mismo apoyo hasta el eje pila 1 para que de tal manera se garantice el transporte de materiales y equipos hasta la pila mencionada. Al eje apoyo 2 se llegará una vez haya acceso a la vía a construir entre puente 1 y puente 2.

7.1.2.3 Construcción

FASE I. Esta fase consiste primero, en la excavación de pilotes, mediante una explanación mecanizada para llegar hasta la cota de cimentación definida por el diseñador y posteriormente, la realización del armado y hormigonado de los Caisson o Pilotes tanto para el Eje apoyo 1 como para el eje pila 1.

FASE II. Durante esta fase se realiza el armado y hormigonado del dado del eje pila 1 de tal forma que se establezca el diafragma del mismo. Del mismo modo, se hace el armado y hormigonado de la zapata y el estribo (sin espaldar) correspondientes al eje apoyo 1.

FASE III. Por medio de esta etapa se realiza el armado encofrado y hormigonado de la pila1 por fases usando formaleta. Posteriormente se hace el armado de la formaleta para dovela sobre pila.

FASE IV. Se realiza el armado y hormigonado de la dovela 0. Seguido, se procede al tensionamiento del cable de construcción el cual se realiza con gatos hidráulicos (dependiendo de la carga a ejecutarse se escogerá el gato), provistos de 3 circuitos independientes conectados a una bomba hidráulica dotada de manómetros calibrados para leer de manera indirecta la fuerza en el cable. Finalmente, se continua con el montaje y movimiento de los carros de avance de manera simétrica.

FASE V. La etapa en mención, tiene como propósito el avance simultaneo de las dovelas (de la 1 a la 24) del eje pila 1 en sus dos voladizos, el armado y hormigonado de las mismas, el tensionamiento de los cables longitudinales de construcción por dovela según planos de tensado y los movimientos de los carros de avance de manera simétrica hasta la dovela anterior, a la dovela sobre estribo.

FASE VI. Se colocan los aparatos de apoyo en los estribos y se retiran los carros de avance en los voladizos.

FASE VII. Se realiza el hormigonado dovelas sobre estribos. Las dovelas sobre estribos (DSE) son reforzadas y se construyen sobre los aparatos de apoyos con formaleta convencional, antes de la dovela de cierre. La dovela de cierre es reforzada y se construye con un carro de avance luego de construir las dovelas sobre estribos.

FASE VIII. Durante esta fase se lleva a cabo labores tales como el tensado de cables de continuidad en vanos laterales. También, se lleva a cabo la construcción espaldar de estribo y aletas, la instalación del amortiguador y los rellenos complementarios.

Por otro lado, en esta fase se construye la losa de aproximación, se ponen los rellenos finales y finalmente, se construyen las juntas de dilatación e instalación de barreras.

Notas:

- La ejecución del eje apoyo 2, se realiza bajo el mismo procedimiento descrito para el eje apoyo1 y su ejecución será iniciada una vez esté finalizada la construcción de los pilotes eje apoyo 1 y eje pila 1

7.1.3 Metodología de construcción Puente N°2**7.1.3.1 Cantidad de trabajo Construcción**

Este puente posee 4 luces medidas de la siguiente manera: 39.76 m del eje estribo 1 a la pila 1; 46.41 m de la pila 1 a la pila 2; 100 m en la luz central (de la pila 2 a la pila 3) y 45.45 m de la pila 3 al eje estribo 2. Posee una longitud total de 231.62 m. Está conformado por 5 apoyos. El eje estribo 1 se localiza la abscisa K2+259.86 y está cimentado sobre 2 pilotes con un diámetro de 2 m y una profundidad de 20 m, a su vez, sobre ellos se ubica una zapata y un estribo-. La pila 1 se ubica en la abscisa K2+299.61 y está conformada por 2 pilotes de 21 m de profundidad y 2.5 m de diámetro. La pila 2 se sitúa en la abscisa K2+346.02 y la componen 4 pilotes de 2 m de diámetro y 33 m de profundidad. La pila 3 está ubicada en la abscisa K2+446.02 y del mismo modo que la pila 2, posee 4 pilotes de 2 m de diámetro y 36 m de longitud. Finalmente, el eje estribo 2 está situado en la abscisa K2+491.47 y tiene 2 pilotes de 2 m de diámetro y 28 m de profundidad. Su cimentación corresponde a la misma establecida en el eje estribo 1. La luz estribo 1 - pila 1 es de viga y losa, y las luces restantes son en voladizos sucesivos.

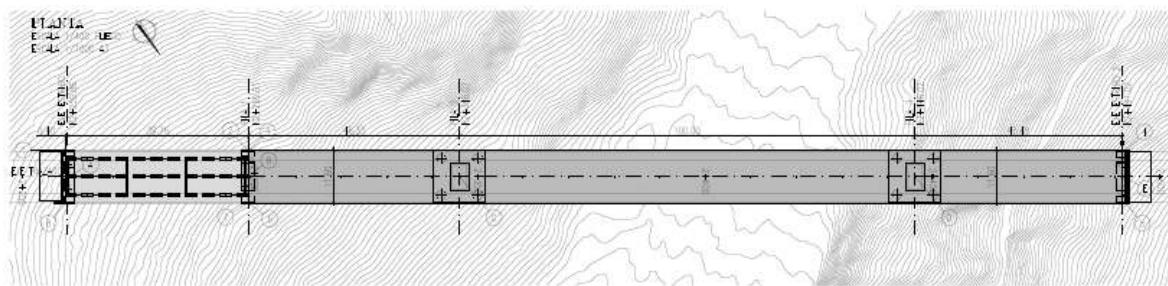


Figura 25. Planta general Puente N°2

Fuente: CHEC HARBOUR.

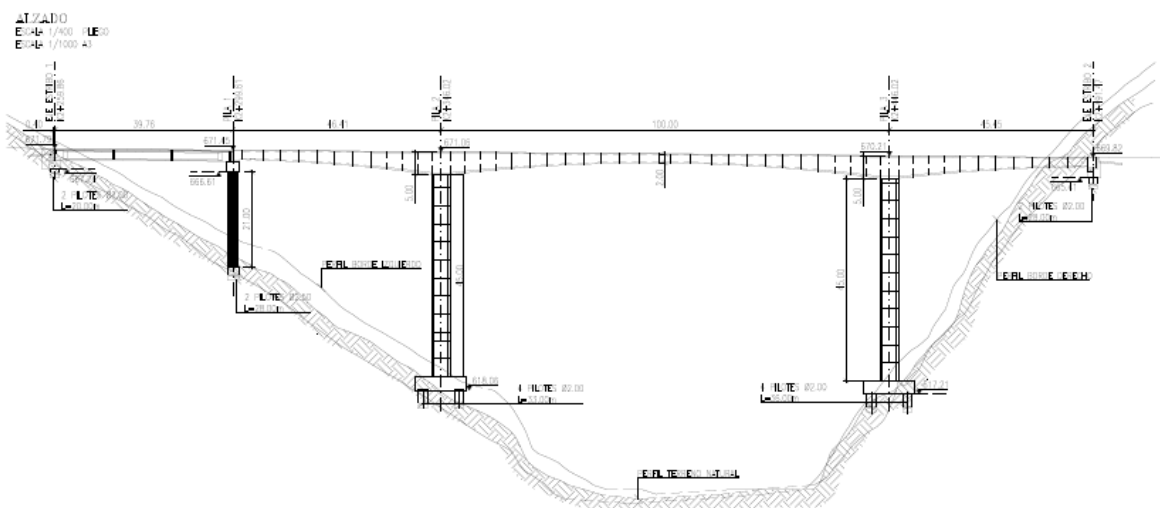


Figura 26. Vista lateral Puente N°2

Fuente: CHEC HARBOUR.

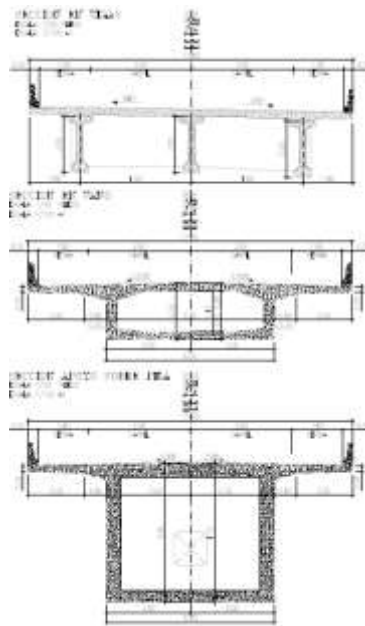


Figura 27. Sección transversal del Puente N°2

Fuente: CHEC HARBOUR.

A continuación, se relacionan las etapas principales que se deben realizar para la construcción y puesta en funcionamiento del puente.

7.1.3.2 Preliminares

- I. **Localización del proyecto:** Se realiza la localización del proyecto de acuerdo con la información topográfica suministrada por el cliente.
- II. **Levantamiento topográfico:** Esta actividad se realiza con el fin de verificar el perfil topográfico suministrado por el cliente, para realizar los ajustes correspondientes.

7.1.3.3 Construcción

FASE I. Esta fase inicia con la explanación y adecuación en simultanea de las plataformas de trabajo de los ejes pila 2 y pila 3 con la ayuda excavadoras y/o explosivos que permitan llegar a la cota de solado de los dados de cimentación a partir de las cuales se iniciaran las excavaciones de los pilotes, una vez finalizada la excavación de cada pilote se procederá con instalación del acero y hormigonado del mismo. Finalizada la elaboración de cada grupo de pilotes se continúa con la construcción del dado de cimentación para posteriormente dar paso a la construcción de la pila (columna). Este procedimiento es similar en ambos ejes.

FASE II. La etapa en mención, tiene como propósito el armado de acero, instalación de ductos, hormigonado, instalación y tensionamiento de cables de las dovelas que conformar los voladizos sucesivos que inician en las pilas 2 y 3, los carros de avance se desplazaran de manera simultánea en los dos extremos que conforman cada voladizo para garantizar la estabilidad de la estructura.

FASE III. Consiste en la excavación y construcción de los pilotes, columnas y viga cabezal del eje Pila 1.

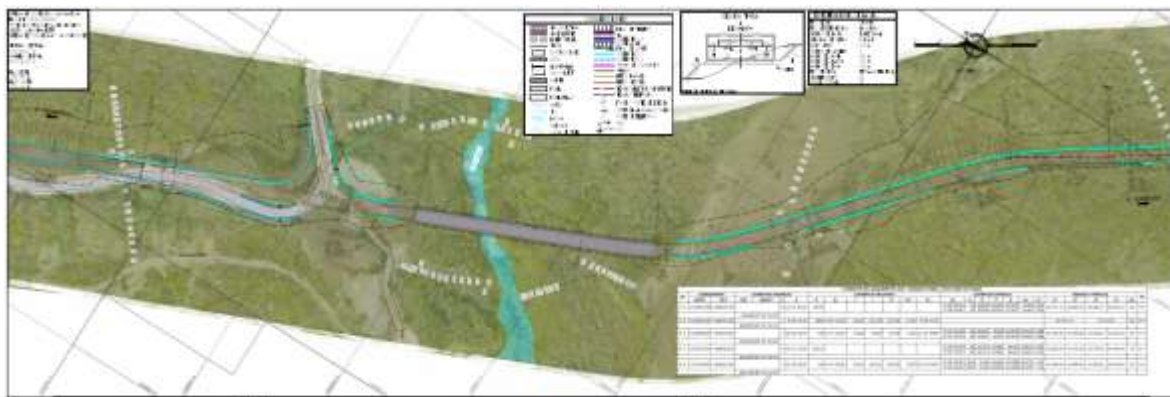


Figura 29. Planta general vía (K0+900-K1+800)

Fuente: CHEC HARBOUR

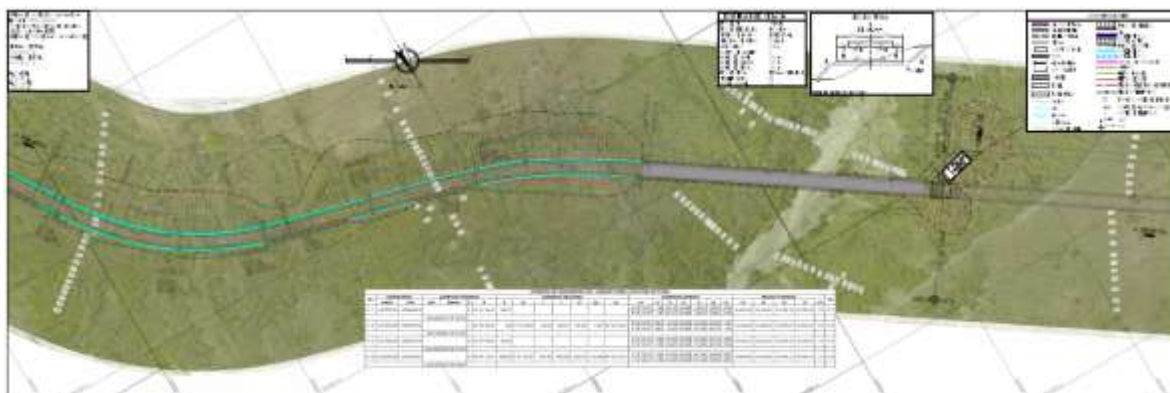


Figura 30. Planta general vía (K1+800-K2+700)

Fuente: CHEC HARBOUR

A continuación, se relacionan los pasos principales que se deben realizar para la construcción y puesta en funcionamiento de la vía.

7.1.4.2 Preliminares

- I. **Localización del proyecto:** Se realiza la localización del proyecto de acuerdo con la información suministrada por el cliente, esta localización se realiza conforme a lo establecido por la licencia ambiental del proyecto.
- II. **Levantamiento topográfico:** Esta actividad se realiza con la información suministrada por el cliente (cartera topográfica), con el fin de marcar toda la

superficie terrestre del terreno antes de que se realice una intervención y así poder verificar los diseños de los planos con la realidad en sitio.

- III. **Adecuación de accesos:** Esta actividad consisten en mejorar las condiciones de la vía existente para garantizar un acceso cómodo y seguro hasta el sitio de labores. Se debe colocar señalización vertical reglamentaria e informativa para informar a conductores de vehículos y peatones, así mismo se deberá hacer una socialización con las comunidades que sean impactadas por la obra.
- IV. **Socialización con rutas de transportes y con la comunidad:** Antes de iniciar actividades se debe realizar una socialización con las rutas de transportes y con la comunidad, ya que el proceso constructivo requiere el cierre total de vía por intervalos aproximados de 20 minutos, esto con el fin de evitar accidentes a vehículos y peatones durante el proceso constructivo, ya que se pueden desprender rocas de los taludes que podrían ocasionar algún tipo de accidente.

7.1.4.3 Construcción

FASE I. DESMONTE Y LIMPIEZA

Este trabajo consiste en el desmonte y limpieza del terreno natura en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas laterales reservadas para vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

FASE II. EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN.

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de disposición o

desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto.

FASE III. PROTECCIÓN DE TALUDES CON OBRAS DE GEOTECNIA.

Una vez se tengan avances en la excavación se procederá con la protección de los taludes según los estudios geotécnicos y planos entregados por la CHEC HARBOUR.

7.1.5 Metodología de construcción Túnel Falso

7.1.5.1 Cantidad de trabajo Construcción

La vía posee una longitud total de 175 m. En su diseño está contemplada la protección de taludes con obras de geotecnia.

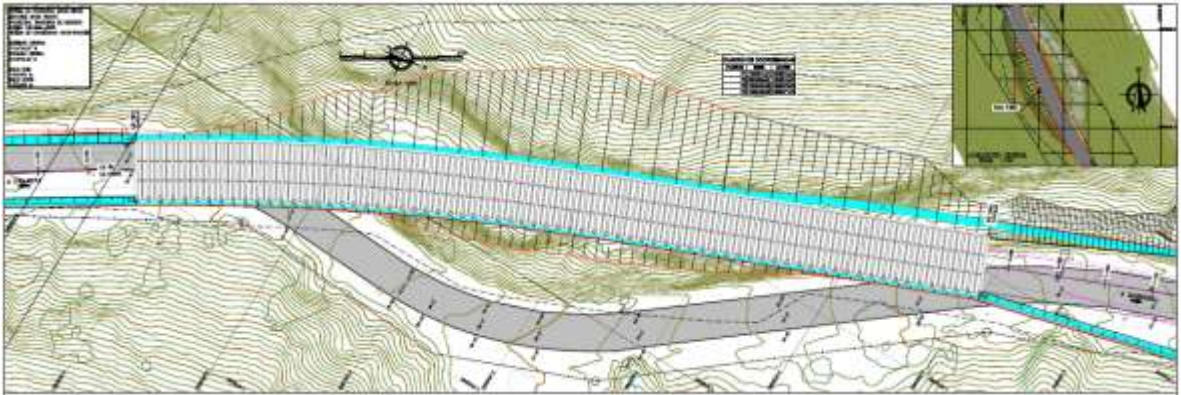


Figura 31. Implantación falso Túnel (K0+800)

Fuente: CHEC HARBOUR

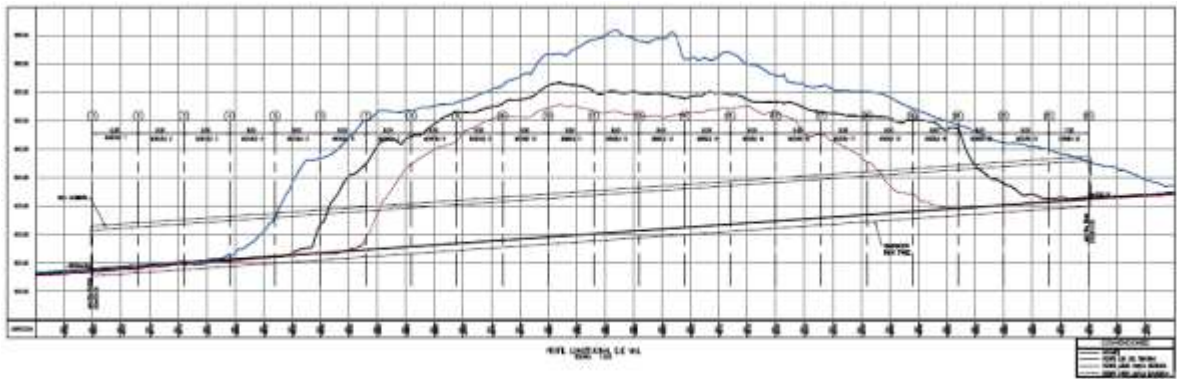


Figura 32. Perfil longitudinal eje vial

Fuente: CHEC HARBOUR

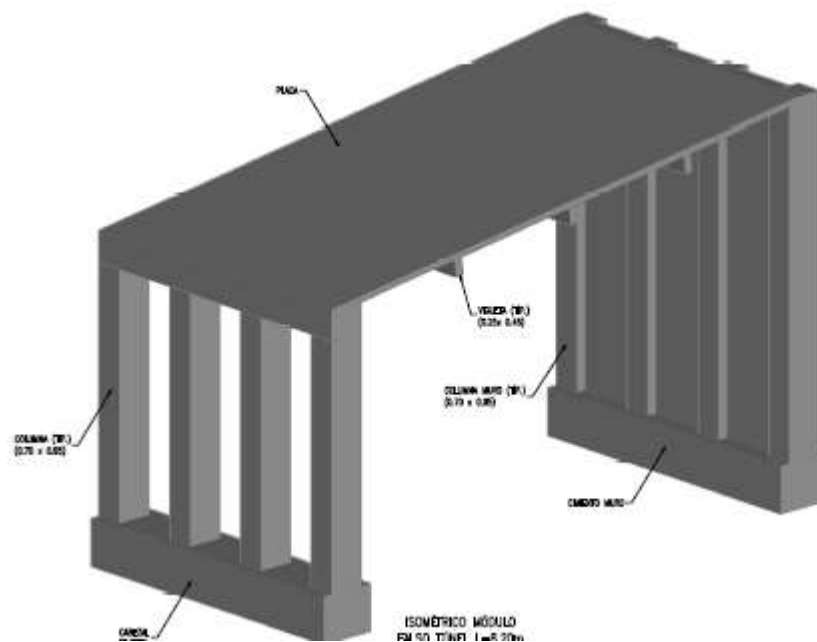


Figura 33. Isométrico módulo Falso Túnel

Fuente: CHEC HARBOUR

A continuación, se relacionan los pasos principales que se deben realizar para la construcción y puesta en funcionamiento del túnel

7.1.5.2 Preliminares:

- I. **Localización del proyecto:** Se realiza la localización del proyecto de acuerdo con la información suministrada por el cliente, esta localización se realiza conforme a lo establecido por la licencia ambiental del proyecto.
- II. **Levantamiento topográfico:** Esta actividad se realiza con la información suministrada por el cliente (cartera topográfica), con el fin de marcar toda la superficie terrestre del terreno antes de que se realice una intervención y así poder verificar los diseños de los planos con la realidad en sitio.

- III. **Adecuación de accesos:** Esta actividad consisten en mejorar las condiciones de la vía existente para garantizar un acceso cómodo y seguro hasta el sitio de labores. Se debe colocar señalización vertical reglamentaria e informativa para informar a conductores de vehículos y peatones, así mismo se deberá hacer una socialización con las comunidades que sean impactadas por la obra.
- IV. **Socialización con rutas de transportes y con la comunidad:** Antes de iniciar actividades se debe realizar una socialización con las rutas de transportes y con la comunidad, ya que el proceso constructivo requiere el cierre total de vía por intervalos aproximados de 20 minutos, esto con el fin de evitar accidentes a vehículos y peatones durante el proceso constructivo, ya que se pueden desprender rocas de los taludes que podrían ocasionar algún tipo de accidente.

7.1.5.3 Construcción

FASE I. EXCAVACIÓN Y VACIADO DE PILAS.

Este trabajo consiste en la excavación de pilas mediante un proceso manual para llegar hasta la cota de cimentación definida por el diseñador y posteriormente la realización de la instalación del acero y posteriormente el vaciado de hormigón de las pilas.

FASE II. VACIADO DE ZAPATAS Y VIGAS DE AMARRE O VIGA CABEZAL.

Una vez se termine le vaciado del hormigón de las pilas, se procede con la instalación del acero de la zapatas y columnas para luego realizar el vaciado de hormigón de las zapatas. Posteriormente se vaciarán los pedestales y vigas de amarre o viga cabezal.

FASE III. VACIADO DE COLUMNAS Y MUROS PERIMETRALES.

Esta fase comprende las actividades de armado de acero, encofrado y hormigonado de las columnas y los muros perimetrales. Todo, conforme a las especificaciones y requerimientos establecidos en los planos suministrados por la CHEC.

FASE IV. CONSTRUCCIÓN DE FILTROS Y LLENOS PERIMETRALES.

Una vez se termine el vaciado de hormigón de las columnas y muros perimetrales se procederá con la construcción de un filtro que consiste en la instalación de geotextil, la instalación de una manguera PVC perforada para filtro y la colocación de material filtrante, el espacio libre que queda entre el filtro y el terreno natural se llenará con material proveniente de excavaciones y quedara debidamente compactado.

FASE V. ARMADO Y VACIADO DE LOSA SUPERIOR.

Durante esta fase se realizan las actividades de armado de acero, encofrado y hormigonado de la losa superior siguiendo los lineamientos establecidos en los planos.

FASE VI. CONSTRUCCIÓN DE URBANISMO (REDES DE AGUAS LLUVIAS Y VACIADO DE ANDENES).

Una vez terminado el vaciado del hormigón y desencofrado de la losa superior se procede con la construcción de las obras de drenaje, cárcamos y andenes según los planos suministrados por el cliente.

FASE VII. ASEO Y DETALLADO FINAL DE LA OBRA.

Esta fase consiste en realizar el debido retiro de escombros o cualquier acopio que se encuentre dentro o alrededor del túnel, dando la debida disposición final a los mismos. De tal manera, es posible entregar al cliente el detallado final de obra de acordado en los planos.

7.2 A LA COMUNIDAD

Comunidad Gisaico:

Se establece un formato en donde es posible verificar el proceso de excavación de caisson tanto de forma manual, como con la utilización de explosivos. De tal manera es posible verificar los rendimientos que se presentan en la actividad de pilotaje. En el mismo formato se pueden verificar las fechas aproximadas de la terminación de la actividad mencionada, las cotas de inicio de excavación reales y de diseño y el avance con voladura.

Tabla 1. Seguimiento excavación de pilotes

SEGUIMIENTO EXCAVACIÓN DE PILOTES PUENTES MAR 2														
Puente	ID	Diametro (m)	coto de inicio x diseño	cota de inicio real	logitud de diseño	cota de fondo por diseño	Long a excavar	Long excav actual	Fecha inicio	Fecha actual	cota actual	días laborados	promedio excavado día (m)	Longitud exc. Restante
1	PILOTE 3 (1)	1,80	635,14	637,75	34,00	601,14	36,61	34,00	27/03/2019	16/05/2019	603,75	50	0,68	2,61
	PILOTE 4 (3)	1,80	635,14	637,82	34,00	601,14	36,68	34,00	27/03/2019	03/05/2019	603,82	37	0,92	2,68
	PILOTE 7 (5)	1,80	635,14	637,80	34,00	601,14	36,66	34,00	27/03/2019	17/05/2019	603,80	51	0,67	2,66
	PILOTE 2	2,00	635,14		34,00	601,14	-601,14	15,10	11/06/2019	17/07/2019	-15,10	36	0,42	-616,24
	PILOTE 6	2,00	635,14		34,00	601,14	-601,14	10,60	11/06/2019	17/07/2019	-10,60	36	0,29	-611,74
	PILOTE 5	2,00	635,14		34,00	601,14	-601,14	16,00	18/06/2019	17/07/2019	-16,00	29	0,55	-617,14
	PILOTE 1	2,00	635,14		34,00	601,14	-601,14	8,00	02/07/2019	17/07/2019	-8,00	15	0,53	-609,14
	PILOTE 8	2,50	597,13		25,00	572,13	-572,13	14,00	04/06/2019	17/07/2019	-14,00	43	0,33	-586,13
	PILOTE 9	2,50	597,13		25,00	572,13	-572,13	14,35	04/06/2019	17/07/2019	-14,35	43	0,33	-586,48
	PILOTE 10	2,50	597,13		25,00	572,13	-572,13	13,85	04/06/2019	17/07/2019	-13,85	43	0,32	-585,98
	PILOTE 11	2,50	597,13		25,00	572,13	-572,13	8,00	04/06/2019	17/07/2019	-8,00	43	0,19	-580,13
2	PILOTE 5	2,00	617,90	616,23	33,00	584,90	31,33	26,30	02/05/2019	17/07/2019	589,93	76	0,35	5,03
	PILOTE 6	2,00	617,90	616,48	33,00	584,90	31,58	28,00	02/05/2019	17/07/2019	588,48	76	0,37	3,58
	PILOTE 7	2,00	617,90	616,64	33,00	584,90	31,74	27,80	02/05/2019	17/07/2019	588,84	76	0,37	3,94
	PILOTE 8	2,00	617,90	613,36	33,00	584,90	28,46	28,80	02/05/2019	17/07/2019	584,56	76	0,38	-0,34
	PILOTE 9	2,00	617,05		34,00	583,05	-583,05	22,70	04/04/2019	13/06/2019	-22,70	70	0,32	-605,75
	PILOTE 10	2,00	617,05		34,00	583,05	-583,05	23,30	04/04/2019	13/06/2019	-23,30	70	0,33	-606,35
	PILOTE 11	2,00	617,05		34,00	583,05	-583,05	22,00	04/04/2019	13/06/2019	-22,00	70	0,31	-605,05
	PILOTE 12	2,00	617,05		34,00	583,05	-583,05	23,00	04/04/2019	13/06/2019	-23,00	70	0,33	-606,05

SEGUIMIENTO EXCAVACIÓN DE PILOTES PUENTES MAR 2							
# de días restantes	Fecha Fin programada	Long. inicio voladuras	Long. intervenida con voladura	# voladuras	promedio de avance con voladura	Tipo de material	observaciones
4,00	20/05/2019	NA	0	0	# DIV 0	ver control de excav.	
3,00	06/05/2019	NA	0	1	0	ver control de excav.	
4,00	21/05/2019	NA	0	0	# DIV 0	ver control de excav.	
-1469,00	09/07/2015	6	0	2	0	ver control de excav.	Voladuras esporádicas
-2078,00	07/11/2013	NA	0	0	# DIV 0	ver control de excav.	
-1119,00	23/06/2016	NA	0	0	# DIV 0	ver control de excav.	
-1142,00	31/05/2016	6,9	0	0	# DIV 0	ver control de excav.	
-1800,00	12/08/2014	7,7	0	1	0	ver control de excav.	Voladuras esporádicas
-1757,00	24/09/2014	7,55	0	3	0	ver control de excav.	Voladuras esporádicas
-1819,00	24/07/2014	8,1	0	2	0	ver control de excav.	Voladuras esporádicas
-3118,00	02/01/2011	4,23	0	3	0	ver control de excav.	Voladuras esporádicas. Suspendida desde el 29/06
15,00	01/08/2019	1,9	24,40	14	1,74	ver control de excav.	
10,00	27/07/2019	0,9	27,1	14	1,94	ver control de excav.	
11,00	28/07/2019	2	25,8	16	1,61	ver control de excav.	
-1,00	16/07/2019	2,1	26,7	15	1,78	ver control de excav.	
-1868,00	02/05/2014	5,15	17,55	14	1,25	ver control de excav.	
-1822,00	17/06/2014	9,3	14	13	1,08	ver control de excav.	desde el 14/06 quedaron suspendidas las excavaciones por derrumbe
-1925,00	06/03/2014	5,25	16,75	17	0,99	ver control de excav.	
-1845,00	25/05/2014	6,3	16,7	16	1,04	ver control de excav.	

Fuente: Autora

Debido a que era de vital importancia que se realizara la liberación de los caisson por parte del geotecnista, se propuso realizar un seguimiento metro a metro del material que se excavaba en los mismos, esto con el fin de que se tuviera una visión más amplia del material y de esta forma, la liberación se realizara lo antes posible. Es importante resaltar que esta idea surge debido a que, al llegar a la profundidad de excavación diseñada por el geotecnista, los caisson 3, 4 y 7 de Puente 1, aún no habían encontrado suelo firme. El seguimiento propuesto consistía en la toma de muestras del material por metro lineal excavado en los caisson 1, 2, 5 y 6 del estribo 1 que al pertenecer al mismo apoyo de los caisson 3, 4 y 7 podían dar una idea, a groso modo, de cuantos metros más se debía excavar en los mismos. A continuación, se muestra un esquema que explica visualmente lo expuesto anteriormente.

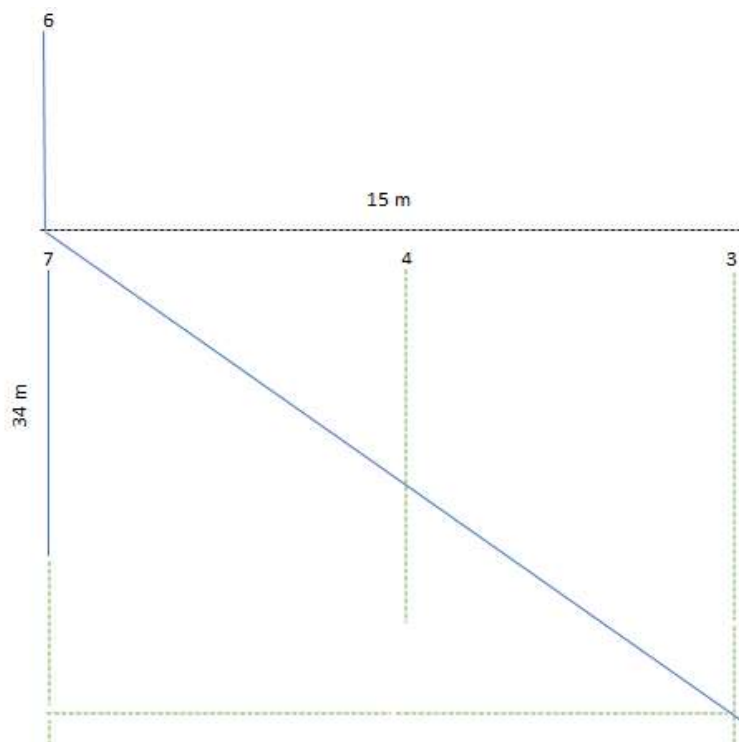


Figura 34. Esquema caisson puente 1

Fuente: Autora

Del mismo modo se implementó un listado para las muestras del material excavado, donde se representaba el numero de la muestra y el metro a la que había sido tomada, de tal manera que la información del material se encontrara ordenada y fuera accesible y entendible para quien la requiriera. Lo anterior se comenzó a implementar en todas las excavaciones de caisson que estaban empezando.



Figura 35. Muestras caisson puente 1

Por otro lado, se implementó un proceso de control que permitiera conocer el material explosivo que había sido utilizado por requerimiento tanto en puente 1 como en puente 2. Lo anterior con el fin de establecer la cantidad de material utilizado en cada caisson y los m³ que eran excavados con explosivo, y así incluir en los APU internos de la obra, las cantidades que posiblemente se requerían para abrir el pilotaje de los demás apoyos de cada puente. **Ver anexo 6.**

Comunidad Antioqueña:

Debido a que las obras realizadas impactan positiva o negativamente las comunidades más cercanas a estas, se realizó acompañamiento a la parte social durante la ejecución de actas de vecindad, con el fin de dar un aporte técnico a las condiciones estructurales en las que se encuentran las viviendas y así determinar a largo plazo, los impactos que puedan generar la construcción de tales obras.

Dadas las circunstancias actuales de una de las vías nacionales más importantes como lo es la ruta 62 del Urabá antioqueño, es indispensable que sean realizados proyectos como el mencionado, que aporten a la comunidad soluciones desde el área de ingeniería y que den paso, por supuesto, al crecimiento y desarrollo del sector.

8. IMPACTOS

Durante el trabajo realizado, también fue posible establecer por medio de la visualización, las medidas tanto ambientales como de seguridad y salud en el trabajo que son implementadas por parte de la empresa. A continuación, se describe detalladamente la forma en la que las medidas en mención fueron implementadas durante la ejecución del proyecto.

8.1 Medidas que garantizan la calidad y seguridad en el Proyecto

8.1.1 Medidas para garantizan la seguridad

Para fortalecer la concientización en el personal sobre la importancia de la seguridad y salud en el trabajo fueron implementadas de forma diaria charlas en los diferentes frentes de obra, en donde se tocaban temas sobre el uso adecuado de los EPP, los procedimientos correctos que se deben llevar a cabo en caso de que se presente algún accidente, la importancia del autocuidado, el orden y aseo tanto del sitio de trabajo como del aseo personal (encaminado a la prevención) y las diferentes maneras de actuar frente a sucesos que podrían desencadenar un incidente.

Por otro lado, en cuanto a los procedimientos de operación de seguridad, se cuenta con formatos establecidos que permiten la liberación de permisos, en el caso particular del pilotaje, fueron aplicados permisos de trabajo en altura y en espacios confinados. Es de vital importancia conocer y saber usar adecuadamente estos formatos con el fin de salvaguardar cualquier responsabilidad frente a la presencia de algún evento inesperado.

Antes de realizar cualquier actividad que sugiera riesgo, se inspeccionaba el sitio de trabajo para su respectiva autorización. El personal de seguridad es responsable de la educación e inspección de seguridad, y tiene el derecho de detener las operaciones de construcción que no cumplen las normas. Durante la operación de la maquinaria es deber del personal conservar una distancia prudente puesto que

estos elementos tienen algunos puntos ciegos, esa es la forma correcta de prevenir un accidente.

Durante las actividades realizadas de forma nocturna, se contaba con iluminación suficiente de modo que fuera posible la ejecución de dicha actividad.

La empresa cuenta con una política de cero alcohol y drogas, es por el mismo motivo que de forma esporádica entre semana eran realizadas pruebas de alcoholemia, esta es una manera muy eficaz de prevenir cualquier accidente, teniendo en cuenta que la mayoría de las actividades desarrolladas en el proyecto son de alto riesgo.



Figura 36. Charla seguridad y salud en el trabajo.

Fuente: Propia



Figura 37. Realización pruebas de alcoholemia.

Fuente: Propia

8.1.2 Medidas de construcción Diseño general de construcción

Las actividades que forman parte de la construcción de los diferentes frentes de obra fueron realizadas bajo los lineamientos de la licencia ambiental con la que cuenta el proyecto, implementando procedimientos constructivos y seguros que cumplieran a cabalidad con los parámetros requeridos de seguridad, calidad y medio ambiente.



Figura 38. Medición de gases.

Fuente: Propia



Figura 39. Calistenia

Fuente: Propia



Figura 40. Supervisión anillos Caisson

Fuente: Propia

8.1.3 Almacenamiento de materiales

Los materiales de construcción y herramientas utilizadas para realizar alguna tarea, se almacenaron de manera ordenada, cuando se apilan, los materiales se marcan claramente con diferentes tipos y especificaciones, los productos químicos son

almacenados en un cuarto especial, cuentan con las hojas de seguridad correspondientes y son rotulados y etiquetados según la NTC 1692.



Figura 41. Rotulación combustible

Fuente: Propia

8.1.4 Equipos mecánicos

De forma permanente se lleva a cabo una inspección y mantenimiento exhaustivo de la maquinaria para garantizar que el equipo esté en buenas condiciones, y así tratar de evitar contaminación auditiva, derrames de productos químicos y cumplir con todas las medidas de seguridad. Diariamente se presentan fallas en los equipos, que son solucionadas en el transcurso del día de tal manera que la obra pueda continuar su curso normal.

8.2 Medidas de protección del medio ambiente

La empresa cuenta con una política de sostenibilidad que incluye el compromiso para la protección del medio ambiente prevención de la contaminación y uso sostenible de los recursos, el sistema de gestión ambiental busca prevenir mitigar y controlar los posibles impactos ambientales que se generaran de las actividades constructivas.

8.2.1 Medidas de protección ambiental

- **Educación ambiental:** La formación del personal en cuanto a temas de concientización ambiental es de suma importancia para el cumplimiento de las normatividades ambientales, las actividades que ellos realizan diariamente generan impactos significativos al medio ambiente y si se dan conscientemente se pueden reducir y controlar muchos de estos impactos. Es por esto que diariamente se dictaran charlas cortas sobre temas ambientales y periódicamente se realizaran capacitaciones sobre temas de importancia ambiental al personal.



Figura 42. Charla ambiental

Fuente: Propia

- **Cumplimiento legal:** Dentro del sistema de gestión ambiental se cuenta con una matriz de requisitos legales donde se incluye la normativa ambiental aplicable para el proyecto y adicionalmente se establece un plan de acción para dar cumplimiento estricto de la normatividad aplicable para el proyecto.

8.2.2 Medidas de garantía del sistema

El sistema de gestión ambiental mensualmente realiza inspecciones ambientales, inspecciones de orden y aseo, inspecciones de kit de derrames, inspección de tanque y suministro de combustible y acompañamiento en campo para así garantizar que las actividades que se realizan cumpla con los estándares ambientales, adicionalmente se cuenta con una matriz de aspectos e impactos ambientales donde se determinan los impactos que se generan en el proyecto y se establece un plan de acción para prevenir, controlar y mitigar los impactos que se generan por las actividades constructivas.

Adicionalmente fueron implementados algunos programas ambientales, ya estipulados en la empresa, con el fin de realizar un control de impactos a continuación se mencionan:

- **PG-M-O2 Manejo integral del agua MIA:** Este programa se da con el objetivo de garantizar que en los centros de trabajo se implementen actividades que eviten la contaminación, optimizando el consumo adecuado del agua, adicionalmente que el agua que se requiera se adquiera de forma legal y cumpla con todos los parámetros legales aplicables.
- **PG-M-03 Uso racional y eficiente de la energía PROURE:** Este programa se implementa con el fin de establecer estrategias encaminadas al uso adecuado de la energía

- **PG-M-04 Manejo integral de residuos sólidos:** Dentro del proceso constructivo se generan grandes cantidades de residuos por las diferentes actividades es por esto que es importante realizar una separación en la fuente para posteriormente estos ser dispuestos en sitios autorizados que cuenten con los permisos ambientales vigentes y adicionalmente buscar la disminución de estos residuos.
- **PG-M-05 Manejo integral de residuos peligrosos Respel:** Por el manejo de productos químicos para la ejecución de la obra se genera gran cantidad de residuos peligrosos es por esto que se deben acopiar adecuadamente para evitar que se genere un impacto negativo sobre el suelo, agua aire y de salud mientras se da una disposición final adecuada, el proveedor que preste este servicio debe de contar con todos los permisos ambientales vigentes.
- **PG-M-06 Orden y aseo:** Este programa se implementa con el fin de garantizar las condiciones aceptables de trabajo, evitando la generación de aspectos ambientales y accidentes de trabajo.
- **PG-M-07 Manejo seguro de productos químicos:** Este programa se implementa con el fin de evitar derrames, accidentes de trabajo en el transporte almacenamiento y manipulación de los productos químicos, dentro de este programa es importante contar con todas las hojas de datos de seguridad de todos los productos químicos, adicionalmente estos deben de encontrarse rotulados y etiquetados.
- **PG-M-08 Programa control de emisiones atmosféricas y ruido:** Se implementarán actividades que eviten la contaminación del aire y así prevenir y minimizar la generación de material particulado y ruido.
- **PG-M-09 Optimizo papel:** Este programa se da con el fin de minimizar el impacto ambiental frente al consumo del papel generando una cultura de ahorro y reutilización.

- **PG-M-10 Manejo de flora:** Este programa busca evitar afectaciones al componente arbóreo por medio de acciones de conservación y compensación, esto siempre y cuando aplique de acuerdo al proyecto.
- **PG-M-11 Manejo de fauna:** Este programa busca proteger la fauna presente en las áreas de influencia directa, el personal recibirá capacitaciones donde se les indicará que está prohibido manipular fauna silvestre y en caso de verla informar al personal del área ambiental para dar manejo a esta situación. (3)



Figura 43. Jornada de orden y aseo

Fuente: Propia



Figura 44. Verificación del almacenamiento de materiales

Fuente: Propia

Por otro lado, y gracias al trabajo desempeñado durante el tiempo de pasantía fue posible evidenciar procedimientos que, aunque fueron pocos, son de vital importancia para la ejecución de las obras mencionadas anteriormente. Durante este acompañamiento fue posible establecer un instructivo que, desde la parte técnica, es de gran utilidad pues sirven como base para empezar a realizar determinada actividad. A continuación, se relacionan los procedimientos correspondientes a la construcción de Pilotes.

Excavación:

Se inicia desde la superficie del terreno y se va profundizando hasta completar aproximadamente un metro de altura, se perfila las paredes, se arma un anillo y se funde con concreto pobre. Esta operación se repite hasta llegar a la profundidad

final del caisson. A partir de del segundo metro de profundidad, se debe realizar el montaje para la operación del molinete, junto con los puntos de anclaje para la línea de vida vertical.

Anillado:

Luego de realizar la excavación se arma el refuerzo del anillo colocando hierro vertical y horizontal Ø 3/8" cada 25 cm, se formaleta (madera o metálica) y se funde con concreto pobre. Se repite el proceso hasta llegar a la profundidad final del caisson.

Armado e instalación de la canasta:

Teniendo el hierro con las dimensiones requeridas, este se corta, figura y amarra siguiendo las especificaciones según diseño. Luego de terminada, se coloca dentro del cuerpo del caisson con ayuda de maquinaria.

Izaje de carga de canasta:

Se realiza verificación de condiciones de área, para emitir el permiso de izaje de carga correspondiente, se delimita el área a intervenir en el izaje de carga y con medio de ayuda mecánica se realiza el correspondiente levantamiento de la canasta.

9. GLOSARIO

1. Anfo: Agente de voladura a base de nitrato de amonio y otros compuestos como combustibles que mejoran sus propiedades explosivas. Debido a su alto contenido de nitrato de amonio es extremadamente sensible a la humedad por lo cual no puede ser utilizado en barrenos con agua. (5)
2. Barrera tipo New Jersey: Barrera de seguridad que forma parte de la estructura del puente.
3. Caisson: Cimentación profunda que tiene como función transmitir las cargas a estratos con buena capacidad portante por medio de la punta. La sección transversal de estas estructuras es considerable con respecto a otros tipos de cimentación profunda como los pilotes. (4)
4. Cercha: Estructura cuya función principal es servir como base para la construcción de otras estructuras.
5. Compresor: Los compresores son máquinas que tienen por finalidad aportar una energía a los fluidos compresibles (gases y vapores) sobre los que operan, para hacerlos fluir aumentando al mismo tiempo su presión. (8)
6. Cordón detonante: Es utilizado como iniciador. Consta de un núcleo de alto explosivo: pentrita (PETN), protegido por papel, capas de hilo y PVC para garantizar su impermeabilidad. (5)
7. Detonador: Elemento que provoca la propagación de la reacción explosiva. Puede ser eléctrico o electrónico. (5)
8. Estribo: Elemento estructura que garantiza la transferencia de la carga de la superestructura del puente a al suelo.
9. Excavación: Proceso mediante el cual se retira determinado volumen desde la superficie terrestre.

10. Exel: Dispositivo usado en voladuras, que tiene como función retardar el impacto generado con el detonador.
11. Explosivo: Es cualquier objeto o sustancia química sólida, líquida o en mezcla, que en forma instantánea libera gases y calor a presión, y en gran cantidad. Esta reacción puede ser violenta y generalmente la inicia un elemento llamado detonador. Ocasiona daños de magnitud considerable en todas direcciones y una vez ha comenzado no se puede detener fácilmente. (5)
12. Gestión ambiental: Incluyen los procesos relacionados con el uso racional de los recursos naturales, protección del medio ambiente, prevención de la contaminación y uso sostenible de los recursos.
13. Gestión de Calidad: Incluyen los procesos de planeación, verificación, organización y seguimiento de toda actividad ejecutada en una obra.
14. Indugel: Explosivo a base de nitrato de amonio, slurries gelatinosos, polvo de aluminio y agua, es utilizado para trabajos de voladura en canteras, ideal para la voladura de rocas, es altamente resistente a la humedad, alcanza una velocidad de 4.300 a 4.700 m/seg. (5)
15. Izaje: Procedimiento por el cual se realiza el levantamiento y movimiento de alguna estructura con la ayuda de maquinaria, torre grúa etc.
16. Levantamiento topográfico: Se realiza con el fin de marcar toda la superficie del terreno antes de que se realice alguna una intervención.
17. Liberación: Procedimiento mediante el cual se evalúa las condiciones actuales en determinada actividad con el fin de aprobar la continuidad de la misma.
18. Maquinaria: Conjunto de máquinas, destinadas a realizar una tarea específica.
19. Muro de contención: Estructura de contención rígida, cuya finalidad es contener algún tipo de material.

- 20. Plan de manejo ambiental: Busca prevenir mitigar y controlar los posibles impactos ambientales que se generaran de las actividades constructivas.
- 21. Planta de Concreto: Corresponde a una instalación en donde es posible la fabricación de concreto.
- 22. Polvorín: Sitio en donde se almacena el material explosivo.
- 23. Puente: Estructura de drenaje cuya luz mayor, medida paralela al eje de la carretera, es mayor de diez metros (10 m). (6)
- 24. Rendimiento: Corresponde al avance realizado en una actividad durante una determinada unidad de tiempo.
- 25. Silo: Elemento que hace parte de la planta de concreto y que se encarga de almacenar cemento.
- 26. Talud: Paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén. (6)
- 27. Tensionamiento: Proceso mediante el cual se aplica una fuerza a determinado elemento.
- 28. Túnel falso: Cavidad subterránea o subacuática que como solución vial implica una operación vehicular a cielo cerrado. (6)
- 29. Vía: Las carreteras con dirección predominante sur - norte, denominadas troncales, que inician su recorrido en las fronteras internacionales y terminan en los puertos del Atlántico o en fronteras internacionales. (7)
- 30. Zapata: Elemento estructural, destinado a recibir y transmitir cargas.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El conocimiento transmitido durante el proceso de formación académica, permitió obtener las herramientas necesarias para entender, analizar y ejecutar las tareas impartidas dentro de un proyecto de ingeniería integral en construcción, como lo es la obra autopista al mar 2. Los conocimientos teóricos obtenidos en la formación académica permitieron establecer con claridad algunas de las cantidades de obra que eran requeridas en el pilotaje, como por ejemplo los despieces de acero necesarios en dicho tipo de cimentación. El manejo de programas como autocad, exel y Project, aplicados en la academia fueron de vital importancia para cumplir con las funciones asignadas. Durante el desarrollo de esta pasantía se adquirieron de manera integral conocimientos frente a áreas específicas como ambiental (ISO 14001), Calidad (ISO 9001) y de seguridad y salud en el trabajo (OHSAS 18001), necesarias para la correcta ejecución y desarrollo de los proyectos de ingeniería en construcción. El trabajo realizado en campo permitió conocer de manera general los materiales, maquinaria, equipos y herramientas necesarios para el desarrollo de una obra.

El cumplimiento de cada uno de los requerimientos exigidos por las entidades que regulan la obra debe hacerse de forma permanente de tal manera que, al momento de recibir una visita por parte de la entidad reguladora, todo se encuentre al día y no se generen reprocesos.

Es de vital importancia comprender, que la ejecución de un proyecto y las obras que de él se desprenden generan en los ingenieros civiles, más que en otros profesionales, una gran responsabilidad. A pesar de que, el proyecto maneja y es autónomo en sus diferentes áreas, ambiental, de calidad, social y de seguridad y salud en el trabajo, el ingeniero civil es la persona que representa su frente de obra y por lo tanto carga con las responsabilidades de lo que allí suceda. Evidentemente, en el transcurrir diario, se pueden presentar diferentes dificultades, bien sea técnicas o de otra índole. El ingeniero, en calidad de residente, director o como se mencionó anteriormente representante, debe estar siempre al frente para dar solución a dichas dificultades.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wright, Paul H. Introducción a la ingeniería. s.l. : Limusa Wiley, 2013.
2. Urabá, Autopistas. Boletín Informativo Concesión Autopistas Urabá. [En línea] Abril de 2016. [Citado el: 15 de 06 de 2019.] <http://autopistasuraba.com/wp-content/uploads/2016/04/BOLETIN%20INFORMATIVO%201.pdf>.
3. S.A., GISAICO. Plan de Manejo Ambiental . Medellín : s.n., 2015.
4. INVIAS. Instituto Nacional de Inviás. INVIAS. [En línea] 08 de 04 de 2013. [Citado el: 11 de 08 de 2019.] <https://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/132-glosario-manual-inspeccion-visual-obras-estabilizacion>.
5. Colorado, Carlos Alberto Puerta. Clasificación y características de los explosivos. [En línea] 2016. [Citado el: 11 de 08 de 2019.] file:///C:/Users/Usuario/Downloads/CLASIFICACION_Y_CARACTERISTICAS_DE_LOS_E.pdf.
6. INVIAS. Instituto Nacional de Vías. [En línea] 07 de 01 de 2013. [Citado el: 11 de 08 de 2019.] <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/42-servicios-de-informacion-al-ciudadano/glosario>.
7. MINTRANSPORTE. MINTRANSPORTE. [En línea] 2017. [Citado el: 11 de 08 de 2019.] <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/proy%20resl%20categoriz%20red%20carreteras%20Jurídica%20Abril%20%205%20de%202017.pdf>.
8. Díez, Pedro Fernández. Compresores . [En línea] 2012. [Citado el: 11 de 08 de 2019.] http://www.ing.una.py/pdf_material_apoyo/compresores-y-ventiladores.pdf.