



Construcción de puente en el municipio de San Vicente Ferrer

Juan Fernando Marulanda González

Asesor

Hernán Darío González Zapata, MSc. en ingeniería Civil

Universidad de Antioquia
Faculta de Ingeniería, escuela Ambiental
Ingeniería Civil
Medellín
2022

Cita

(Marulanda González, 2022)

Referencia

Marulanda González (2022). *Construcción de puente en el municipio de San Vicente Ferrer*, [Pregrado]. Universidad de Antioquia, Medellín.

Estilo APA 7 (2020)



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	6
Introducción	7
1 Objetivos	8
1.1 Objetivo general	8
1.2 Objetivos específicos	8
2 Marco teórico	9
2.1 Seguimiento de obra	13
3 Metodología	15
3.1 Proceso constructivo	15
3.2 Proceso de supervisión	16
3.3 Seguimiento Técnico	16
3.4 Seguimiento Administrativo.	16
3.5 Seguimiento financiero y contable.	16
3.6 Seguimiento Jurídico.	17
4 Resultados y Análisis	18
4.1 MES 1 (13 septiembre al 12 de octubre)	18
4.1.1 Seguimiento técnico	18
4.1.2 Seguimiento Administrativo	19
4.1.3 Seguimiento financiero y contable	19
4.1.4 Seguimiento Jurídico	20
4.2 MES 2 (13 octubre al 12 de noviembre)	20
4.2.1 Seguimiento técnico	20
4.2.2 Seguimiento Administrativo	21
4.2.3 Seguimiento financiero y contable	21

4.2.4 Seguimiento Jurídico	22
4.3 MES 3 (13 noviembre al 15 de diciembre)	22
4.3.1 Seguimiento técnico	22
4.3.2 Seguimiento Administrativo	23
4.3.3 Seguimiento financiero y contable	23
4.3.4 Seguimiento jurídico.	23
4.4 Problemática y hallazgos durante el proceso constructivo.	23
6 Conclusiones	27
Referencias	28
Anexos	29

Siglas, acrónimos y abreviaturas

PMT	Plan de Manejo de Transito
NSR-10	Norma Sismo Resistente
CCP-14	Norma Colombia de Diseño de Puentes
SST	Sistema de Seguridad en el Trabajo

Resumen

En la vía San Vicente Ferrer – Concepción se inició la construcción de un puente el cual pretende mejorar la conectividad entre los municipios, dado que el puente actual cuenta con ineficiencia estructural, hidráulica y de alineamiento vial, por lo cual se busca mejorar las condiciones actuales. El siguiente relato detalla el proceso de supervisión a este proyecto de acuerdo con los lineamientos de la Gobernación de Antioquia entidad encargada del contrato y se dará a conocer los métodos de supervisión más relevantes los cuales detallan seguimientos técnicos, administrativos, financieros y jurídicos siendo pilares en el control de la obra.

El proceso de construcción del puente presenta problemas importantes en actividades de la ruta crítica lo cual conlleva a retrasos importantes en la realización del proyecto, el tipo de suelo y el nivel freático superficial presentes en las excavaciones son el principal detonante del problema, se buscan soluciones factibles para enfrentar dichas dificultades.

Palabras clave: Seguimiento técnico, seguimiento administrativo, seguimiento financiero, seguimiento jurídico, puente San Vicente, alineamiento vial.

Introducción

En la vía que comunica el municipio de San Vicente Ferrer con el municipio de Concepción, en el departamento de Antioquia, se realiza la construcción de un nuevo puente sobre la quebrada El Salado, más exactamente en el K0+220. Las obras iniciaron el 13 de septiembre de 2021 con fecha de finalización estimada para el 31 de diciembre del 2021. La necesidad del nuevo puente se debe a que el puente actual presenta problemas de carga, pues es una estructura que no cumple con la normatividad vigente según la CCP-14. Adicionalmente, se realizaron los estudios hidráulicos para un periodo de retorno de 100 años, con los que se concluyó que la estructura presenta problemas hidráulicos, ya que cuenta con un galibo de 3 metros, el cual es muy poco según los estudios realizados, corriendo el riesgo de obstaculizar el cauce ante una creciente, siendo además una estructura que cumplió su ciclo de vida.

Como consecuencia de lo anterior, se definió la construcción de un puente nuevo aguas abajo de la construcción actual, buscando mejorar el alineamiento vial y así garantizar un trazado acorde a las necesidades de una vía pavimentada, cumpliendo con los radios mínimos, las entretangencias y el peraltado requerido para la velocidad de diseño establecido. Así mismo, según los estudios hidráulicos se definió una ampliación del galibo de 3.0 m a 5.30 m para garantizar que no se presenten obstáculos en el cauce del río.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Supervisar la construcción del puente sobre la quebrada El Salado y sus obras complementarias en la vía San Vicente - Concepción, en la subregión Oriente del departamento de Antioquia.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar el seguimiento y la supervisión de los procesos de construcción e interventoría del proyecto desde el punto de vista técnico, administrativo, financiero y jurídico.
- Verificar el cumplimiento de diseños y especificaciones técnicas por parte de contratista de obra.
- Comprender e implementar la metodología de seguimiento del contrato utilizada por la Gobernación de Antioquia, mediante curvas de seguimiento físico financiero a la ejecución contractual (curva-S).
- Revisar documentación de control y realizar informes de seguimiento.

2 Marco teórico

De acuerdo con la información plasmada en el estudio de diagnóstico, el puente existente se construyó con una losa maciza de 0.3m de espesor, 6.60 m de ancho y de 7.8 m de longitud ver figura 1. En una primera instancia se planteó ampliar el puente en dirección aguas abajo, pero dado que este cuenta con un galibo y un caudal de evacuación insuficiente, como lo muestran los estudios hidráulicos (Suárez Capacho & Múnera, 2021), se optó realizar un puente nuevo aguas abajo que cumpla las normas de técnicas, no genere obstrucciones hidráulicas, cumpla con galibo mínimo y genere un mejor alineamiento vial. Por otro lado, el diseño estructural del nuevo puente cuenta con vigas de concreto postensado, dos apoyos, una distancia entre apoyos de 20 metros y un ancho de 8.10 metros como se ve en la ilustración 3.

Cabe recalcar que el puente hacía parte del proyecto de pavimentación de la vía San Vicente – Concepción, que fue terminada a principio del año 2021, pero por motivos económicos, y dado que no se tenía planteado cambiar el puente existente, se reportó que el puente no cumplía con la normatividad y seguridad vigente, por lo cual, se planteó estudiar la construcción de un puente nuevo, en vez de reformar el existente, que es el proyecto ejecutado actualmente, con una inversión de 921.035.989,00 COP, representados en la construcción completa del puente y obras complementarias, las cuales comprenden la pavimentación de aproximadamente 80 metros de vía, representados en los accesos al puente, de manera que se pueda completar la obra que hacía falta a las poblaciones de San Vicente Ferrer y Concepción.



Imagen 1. *Sección Longitudinal del puente existente K0+220.* Tomada de (Gil Giraldo E. , 2018a)

Por otro lado, según (Gil Giraldo E. , 2018b) el batolito antioqueño es el suelo predominante de la zona, por lo cual, se puede predecir las características del suelo, donde predominan las rocas ígneas. También se realizaron dos sondeos de caracterización del suelo hasta una profundidad de aproximadamente 15.0 m, donde se encontró un perfil geológico compuesto por una capa de suelo fino aluvial en la parte superior, con un espesor de aproximadamente 2.0m, seguido de un suelo residual de espesor variable entre 2.0m y 9.0m y una capa de roca meteorizada fracturada, que inicia a una profundidad de aproximadamente 8.0 m y sería la zona de desplate de las pilas (Figura 2).

Así mismo, metro a metro se tomaron muestras del material, el cual fue caracterizado y almacenado para ser ensayados y determinar propiedades como humedad, límites de Atterberg y granulometría. De acuerdo con esto, se encontró un alto contenido de humedad (95.5%), donde el límite líquido está por 87.5% en las dos primeras capas del suelo estudiado, Por lo anterior se evidencia que el suelo puede generar problemas en el proceso constructivo, dado las características de la zona donde las lluvias son constantes y donde podemos ver que el nivel freático es superficial.

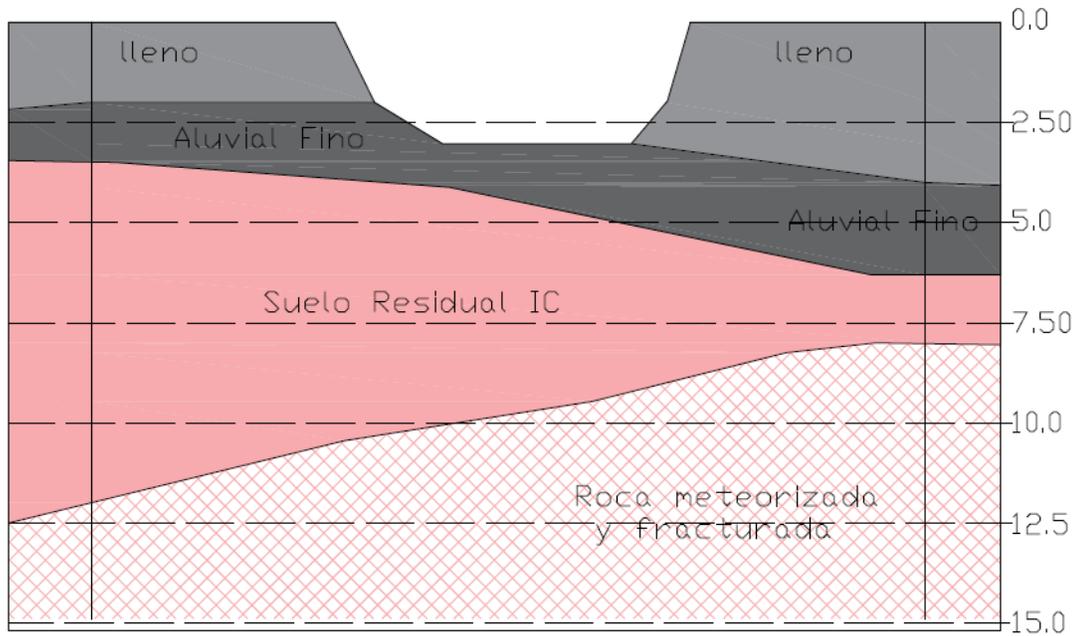


Figura 2. Perfil geológico ilustrativo de la zona. Tomada de (Gil Giraldo E. , 2018b)

En lo que respecta al alineamiento vial, con el diseño se mejorarán los radios de las curvas y se ampliará la sección transversal del puente, mejorando las condiciones de circulación y la seguridad de los usuarios (ver Figura 3).

Como se mencionó previamente, los estudios hidráulicos hechos sobre el puente existente muestran que causa una obstrucción al cauce, también se calcula una socavación de 2m, por lo cual, se diseña el puente de forma que los apoyos estén lo suficientemente lejos, generando una distancia entre apoyos de 20 metros, de manera que no interrumpa el paso de la quebrada. Como solución a la socavación se diseñan pilas de cimentación con una profundidad de desplante de 9 metros sobre el costado derecho aguas abajo y de 14 metros en costado izquierdo (ver figura 4). Cabe notar que el nuevo puente está diseñado cumpliendo la normatividad de puentes vigentes en Colombia (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA , 2014)

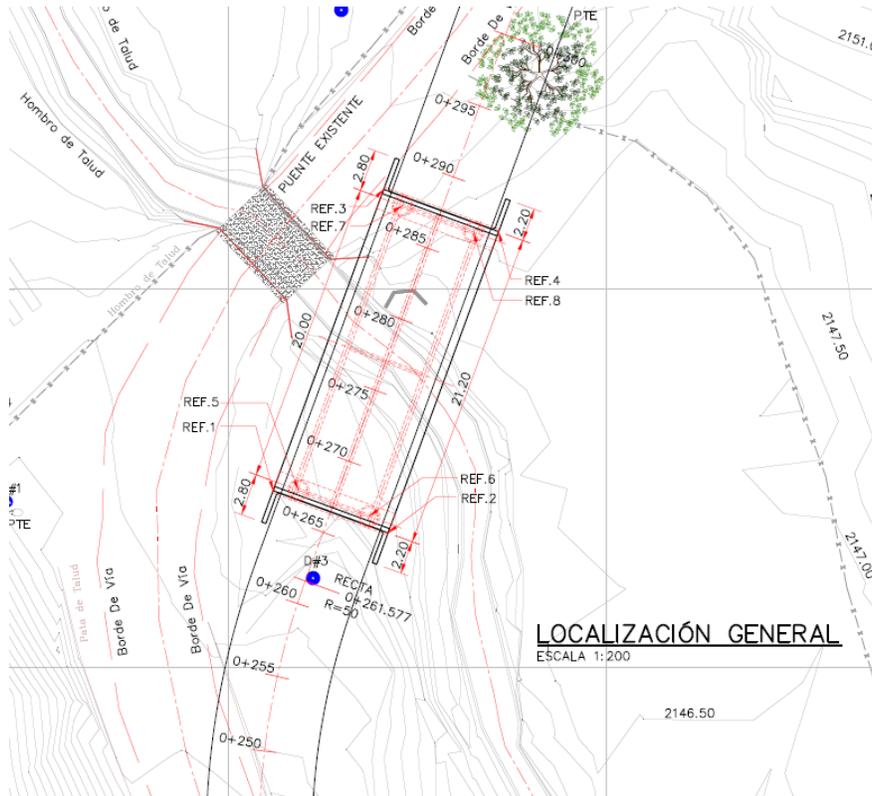


Figura 3. Alineamiento vial, San Vicente – Concepción K0+220. Tomada de (Gil Giraldo E. , 2018a)

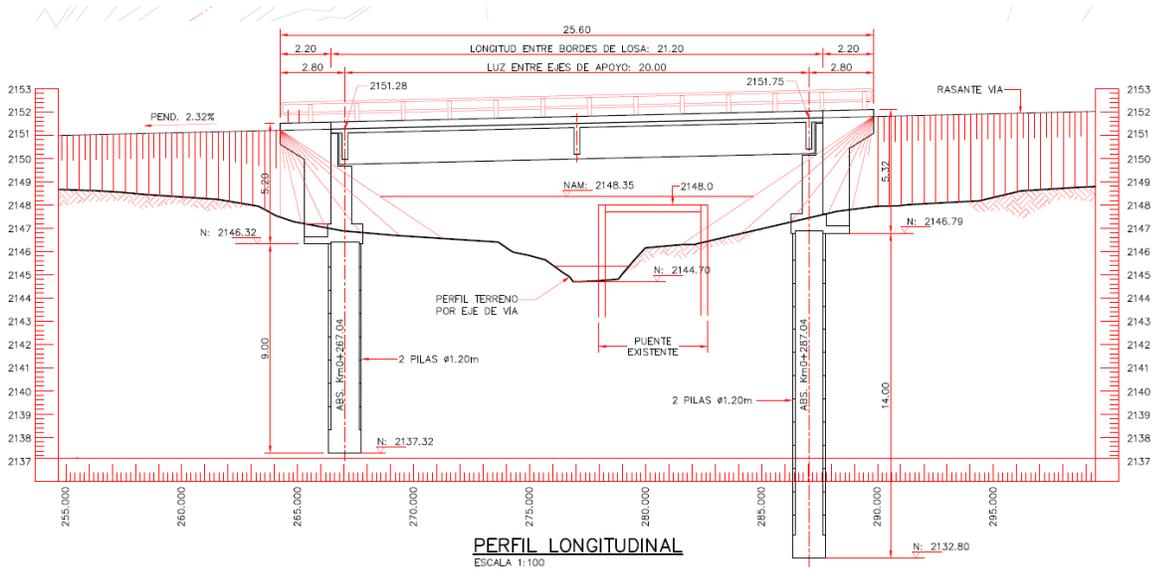


Figura 4. Perfil longitudinal del puente. Tomado de (Gil Giraldo E. , 2018a).

2.1 Seguimiento de obra

El seguimiento se hace a través de las curvas-s ver Figura 5, una metodología basada en la programación de obra enviada por el contratista dónde se detalla todo el proceso, semana por semana, la cual se va verificando con los informes semanales y mensuales, comparando el avance proyectado y el avance ejecutado. En esta metodología se especifica tanto el avance técnico como el financiero.

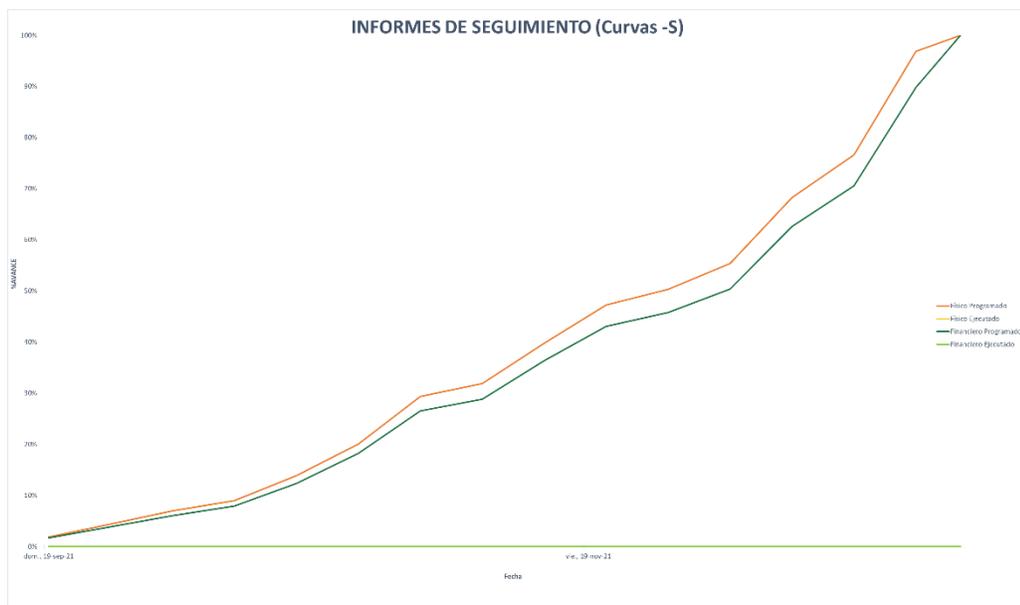


Figura 5. Informe de seguimiento (Curvas -S). Tomado de (Gobernación de Antioquia, 2016)

Las entidades públicas están obligadas a vigilar permanentemente la correcta ejecución del objeto contratado a través de un supervisor o un interventor, según corresponda; en todo caso, en los contratos que se requiera interventoría, siempre se tendrá a un supervisor por parte de la entidad para efectuar seguimiento al contratista interventor según el Manual de Supervisión e Interventoría de la Gobernación de Antioquia (Gobernación de Antioquia, 2016).

Al proyecto se le llevará a cabo:

- El seguimiento administrativo, el cual pretende controlar, almacenar y hacer seguimiento a la documentación necesaria para que el proyecto se desarrolle correctamente.

- El seguimiento técnico, el cual busca que el puente cumpla con toda normatividad vigente de puentes y cumpla con los mínimos estándares de calidad.
- El seguimiento financiero, que controla la inversión y el manejo de los recursos para garantizar la ejecución completa de la obra.
- El jurídico, que hace seguimiento a las cláusulas pactadas en los contratos de modo que los contratistas cumplan con lo pactado.

De acuerdo con lo anterior, se deben tener claros aspectos como especificaciones técnicas, diseños, términos y condiciones del contrato y el presupuesto para ejecutar la obra, a fin de cumplir a cabalidad el proceso.

Cabe resaltar que como método de control, según el reglamento colombiano de construcción sismo resistente y la norma del INVIAS (INSTITUTO NACIONAL DE VIAS INVIAS, 2007), se deben realizar diferentes ensayos a los materiales, tales como: Toma de muestras de cilindros de concreto para determinar su resistencia, pruebas de asentamiento de la mezcla de hormigón, prueba de carga del puente una vez finalizada la obra, entre otras, de manera que se garantice su calidad previa a la entrega (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, 2010).

3 Metodología

Luego del proceso de licitación, adjudicación y perfeccionamiento del contrato del proyecto, se firma el acta de inicio el 13 de septiembre de 2021, con lo cual se da comienzo a la ejecución del puente. En principio y según lo estipulado en pliego de condiciones el contratista debe hacer entrega de documentación necesaria para la correcta ejecución y supervisión del proyecto.

1. Hojas de vida del personal profesional.
2. Relación del equipo mínimo obligatorio.
3. Análisis de precios unitarios correspondientes a la propuesta económica.
4. Programa de obra.
5. Plan de manejo de tránsito- PMT.
6. Los demás que puedan exigirse en el pliego de condiciones.

Esta documentación se debe entregar a la entidad con previa revisión y aprobación por parte de la interventoría de obra y se darán 5 días hábiles firmada el acta de inicio, el incumplimiento de estos requisitos puede llevar a sanciones de incumplimiento del contrato.

Por parte de la supervisión, se hizo la revisión y aprobación de las hojas de vida del personal profesional de la interventoría, según lo requerido en los pliegos de condiciones.

3.1 Proceso constructivo

Se debe hacer un seguimiento al proceso constructivo según especificado en las especificaciones técnicas, diseños estructurales, y demás normas como la NSR-10 y el código de puentes CCP – 14. También se debe presentar un plan de calidad para llevar un control de los ensayos y pruebas a realizar para garantizar la calidad de las obras.

Las metodologías para utilizar en el proceso constructivos son ejecutadas y planteadas por el constructor, garantizando la calidad y seguridad de la obra y trabajadores.

3.2 Proceso de supervisión

Los supervisores tienen la función general de ejercer el control y vigilancia sobre la ejecución contractual del contrato vigilado, para verificar el cumplimiento de las condiciones pactadas en los mismos; como consecuencia de ello están facultados para solicitar informes, aclaraciones y explicaciones sobre el desarrollo de la ejecución contractual y hacer recomendaciones encaminadas a lograr la correcta ejecución del objeto contratado (Gobernación de Antioquia, 2016).

La supervisión de la obra tiene aspectos importantes como son el seguimiento técnico, administrativo, financiero y jurídico, estos son los pilares a seguir para lograr un buen seguimiento de la obra.

3.3 Seguimiento Técnico

Verificar el cumplimiento de las normas técnicas aplicables descritas anteriormente en el proceso constructivo.

- Revisar y aprobar personal de obra de la interventoría según pliego de condiciones.
- Estudiar las solicitudes y requerimientos técnicos que presente la interventoría y contratista de obra.

3.4 Seguimiento Administrativo.

- Revisar y actualizar el expediente físico del contrato.
- Revisión de informes mensuales presentados por la Interventoría.
- Seguimiento detallado a la programación de obra entregada por el contratista.

3.5 Seguimiento financiero y contable.

- Seguimiento al registro presupuestal.
- Revisión de documentación para efectuar los pagos a la interventoría.
- Documentar los pagos y controlar el balance presupuestal.
- Verificar la entrega del anticipo y la adecuada amortización de este.
- Apoyo en el trámite de Precios no previstos.

3.6 Seguimiento Jurídico.

- Garantizar la ejecución del contrato de acuerdo con el pliego de condiciones y la normatividad aplicable.

Esta metodología es dispuesta por la entidad estatal del Departamento de Antioquia que garantiza una buena supervisión de obra (Gobernación de Antioquia, 2016)

4 Resultados y Análisis

El puente nuevo inicio obras el 13 de septiembre de 2021, luego que se firmará el acta de inicio y de acuerdo al cronograma debería finalizar el 31 de diciembre de 2021 con una ejecución efectiva de 3 meses y 17 días, muy por debajo de lo contemplado en contrato, que estipula 5 meses, pero por el tema de cambio de año, los recursos deberían ser proyectados y gastados en el año 2021 se debe tramitar una prórroga y reserva de recursos para gastar los recursos el siguiente año.

4.1 MES 1 (13 septiembre al 12 de octubre)

4.1.1 Seguimiento técnico

Se firma acta de inicio con los contratistas del proyecto, tanto con el constructor como con la interventoría que ganaron la licitación correspondiente, lo cual indica que tienen la experiencia y el personal idóneo para desarrollar el proyecto. También, se aprobaron las hojas de vida del personal profesional que hará parte del proyecto por parte de la interventoría, cumpliendo con las condiciones exigidas en el pliego de condiciones para los cargos de director de interventoría, residente de interventoría y los profesionales ambiental, social y seguridad en el trabajo (SST).

Se realiza visita a la obra por parte de la supervisión para verificar avances, metodologías de trabajo, uso del espacio, y demás aspectos técnicos necesarios para la correcta ejecución del contrato, evidenciando un avance menor del 4% de obra ejecutada, frente a lo programado de 7% en las actividades preliminares, localización y replanteo, descapote, remoción de cerco, excavación, implementación de PMT y gestión social y Ambiental. Se da inicio a la excavación de pilas y anillado, generando una afectación en el proyecto dado que es una actividad crítica en la programación de la obra. El avance se detalla de manera gráfica en la Figura 6.

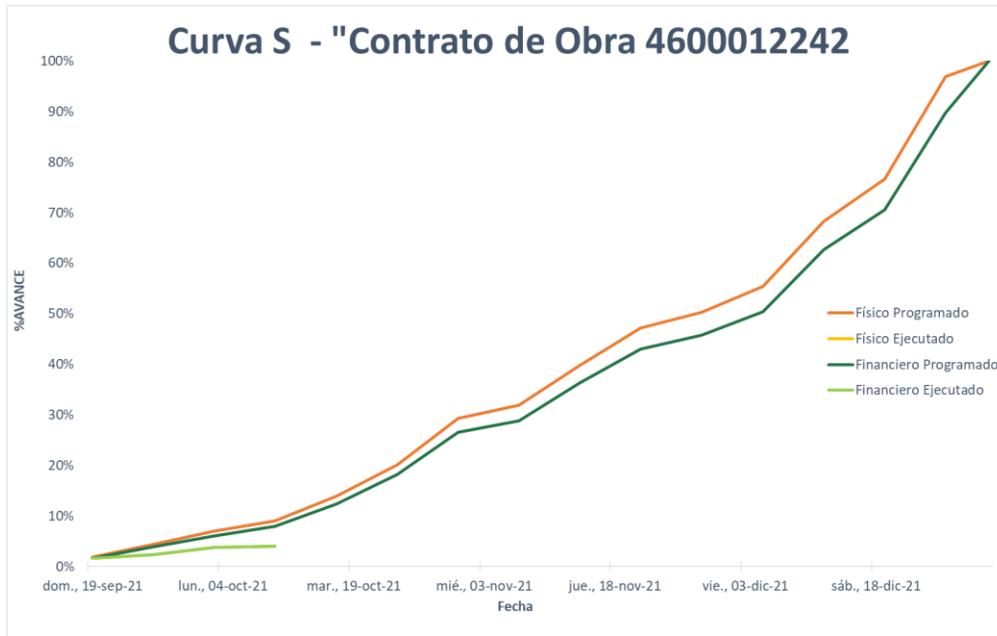


Figura 6. Informe de seguimiento semana 4. Tomado de (Gobernación de Antioquia, 2016).

4.1.2 Seguimiento Administrativo

Se realiza una primera reunión, en la cual se definen las fechas en la que se deben entregar los informes semanales, que será el primer día de la semana, los informes mensuales en los primeros diez (10) días del mes y las actas de pago igualmente los diez primeros días del mes. Se definen también los primeros compromisos que deben presentar los contratistas, como son el plan de manejo de tránsito (PMT), los planes de gestión social, ambiental y SST, los precios unitarios con los cuales se presentaron a la licitación, la programación de obra, los permisos ambientales necesarios para la ejecución de la obra y se dan diez días hábiles a partir del acta de inicio para la entrega de dicha información.

Luego de cumplida la fecha pactada se observa retrasos en la entrega de la documentación, por lo cual, se hace un llamado de atención a la interventoría para que agilice, ya que puede generar procesos de sanción.

4.1.3 Seguimiento financiero y contable

Es preocupante ya que tanto el contratista y la interventoría no presentan acta de pago para el primer mes, lo cual genera un retraso importante en la programación financiera del proyecto (ver figura 6). Cabe recalcar que la interventoría identificó un problema al inicio de la obra con respecto

a las actividades y cantidades de obra, ya que el diseño especifica que las pilas deben ser de 1.2 metros de diámetro y en la propuesta económica presentada por la entidad se valoró y se tomó pilas de 1.4 metros de diámetro, se le pidió al contratista que elaborara una propuesta de precios unitarios no previstos para hacer el cambio correspondiente y se pague según los diseños.

4.1.4 Seguimiento Jurídico

Se hacen llamado de atención a la interventoría por demoras en la entrega de la documentación requerida, la cual puede llevar a sanciones según lo contempla el contrato.

4.2 MES 2 (13 octubre al 12 de noviembre)

4.2.1 Seguimiento técnico

Se realizan comités en la obra, donde se tratan temas importantes como los permisos ambientales, los cuales se encuentran en trámite con la corporación ambiental encargada (CORNARE), estos incluyen el permiso de ocupación de cause y la tala de árboles, también se toca el tema social ya que el municipio tiene poca participación ciudadana y no se cuenta con un comité ciudadano que este informando a la comunidad el estado del proyecto, por lo cual, se buscaron alternativas como estar informando a la comunidad que se encuentre más cerca al proyecto y recurrir a entidades públicas del municipio.

Dado que este mes solo se avanzó con las excavaciones de las pilas y el anillado de estas, se hace un llamado a la interventoría para que busquen rápidamente una solución para aumentar el rendimiento de la obra, ya que se encuentra en avance físico ejecutado del 9% y se programó que a la fecha estuviera en 30%, lo cual revela un retraso del 21% (ver Figura 7) y siendo una actividad crítica, no permite avanzar en otras actividades. Por lo anterior el contratista decidió abrir dos frentes de trabajo, aumentando el personal de obra, para así poder aumentar el rendimiento de las excavaciones.

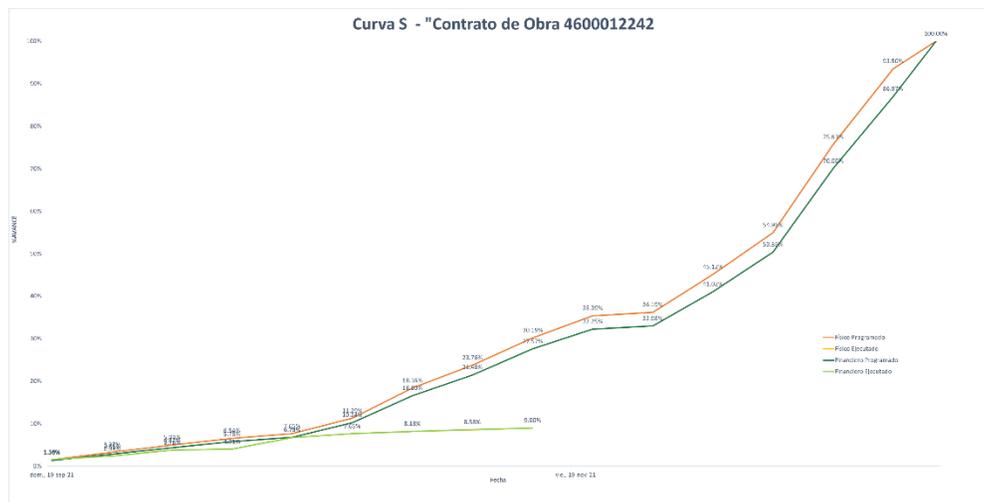


Figura 7. Informe de seguimiento semana 9. Tomado de (Gobernación de Antioquia, 2016).

4.2.2 Seguimiento Administrativo

Se recibe información, para revisión, aprobación y un posterior almacenamiento en los documentos del proyecto, como lo son los planes gestión ambiental, social y SST, el plan de manejo de tránsito, los planes de calidad, y los precios de unitarios de la propuesta económica presentada, los cuales fueron revisados, ajustados y aprobados por los profesionales asignados al proyecto por parte de la entidad contratante la Gobernación de Antioquia.

Se revisan de manera semana y detallada los informes de seguimiento, y el informe mensual presentado por la interventoría, también se hace el llamado a los contratistas para montar al SECOP II la página de contratación estatal toda la documentación exigida por las entidades públicas, para el conocimiento de todas personas.

4.2.3 Seguimiento financiero y contable

La programación financiera presentada por el contratista proyecta que a la fecha del segundo mes se debe tener un 26% y solo se ha ejecutado un 9% un retraso significativo para ir generando procesos de sanción frente al contratista de obra, pero como se describe anteriormente, el constructor no puede cobrar las excavaciones, ya que no ha presentado los precios no previstos para corregir y poder pagar de forma correcta la excavación realizada, por lo cual se presentaron dos actas, una por el constructor por las actividades preliminares ejecutadas, localización y replanteo, excavaciones y remoción de cercos, mientras que la interventoría presentó su acta de

pago por el tiempo que han ejercido sus servicios en el proyecto, por cada profesional presente en la obra.

4.2.4 Seguimiento Jurídico

Se hacen llamado de atención a la interventoría por los retrasos en la obra e incrementen rendimiento de esta para no iniciar proceso de sanción.

4.3 MES 3 (13 noviembre al 15 de diciembre)

4.3.1 Seguimiento técnico

La obra tiene un retraso físico del 45.68% (ver figura 8), lo cual es alarmante, debido a que la obra se detuvo casi por completo a mediados de noviembre por los problemas de excavación de las pilas, generando incertidumbre en la continuación de obra, ya que el contratista y la interventoría no han dado solución al problema. Se realizaron comités de obras con los diseñaros, contratistas y el supervisor del proyecto para buscar soluciones, unas de ellas son inyecciones de consolidación del terreno, o micropilotes en la base de las pilas. Luego de varios encuentros los contratistas no presentan de forma clara y concisa cual sería la mejor solución, por lo cual, se decide presentar a la entidad una suspensión del contrato para identificar el problema y definir la mejor solución al problema de excavación de las pilas.

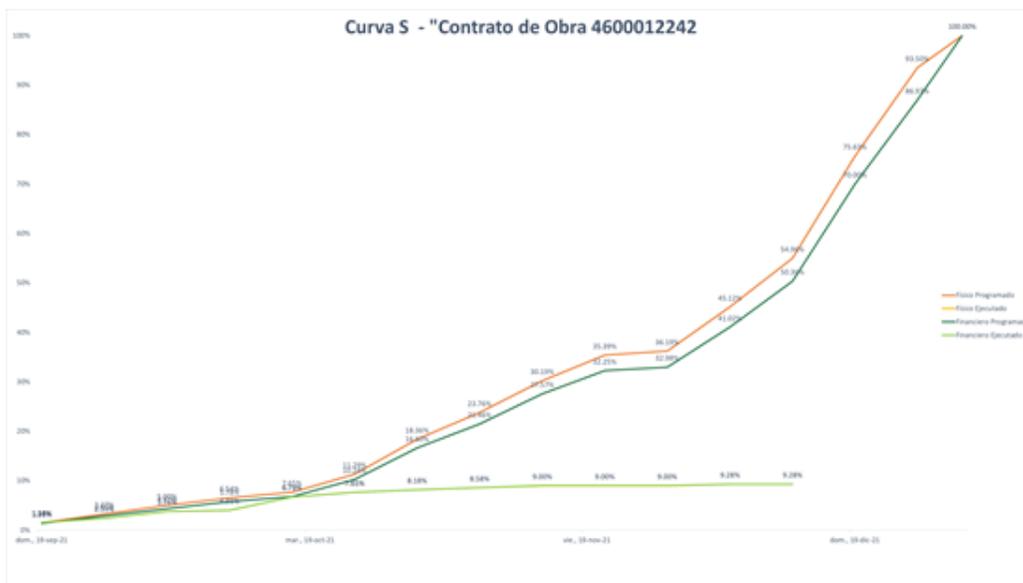


Figura 8. Informe de seguimiento semana 13. Tomado de (Gobernación de Antioquia, 2016).

4.3.2 Seguimiento Administrativo

Se presentan precios no previstos de las excavaciones de las pilas, los cuales se encuentran en revisión y aprobación por parte de la entidad, se reciben y se revisan propuestas para la solución del problema de la excavación, las cuales no presentan las debidas cotizaciones y aprobaciones de especialistas.

Se tramita ante la entidad una prórroga de 3 meses al contratista y una de 4 meses más a la interventoría debido a los retrasos generados por una actividad critica en el proceso de construcción del proyecto, de igual manera se pide a la entidad que los recursos serán gastados el próximo año 2022, por lo cual, se tramita una vigencia futura.

Se revisa y almacena demás información presentada por la interventoría en la documentación del proyecto.

4.3.3 Seguimiento financiero y contable

La programación financiera presentada por el contratista proyecta que a la fecha del segundo mes se debe tener un 50.36% y solo se ha ejecutado un 9.28% un retraso que preocupa lo cual puede generar procesos de sanción frente al contratista de obra ver figura 8.

Para este periodo el contratista, paso un acta de cobro de casi 90 millones de pesos, los cuales se cobran las excavaciones, anillada y parte del acero de las pilas, pero queda pendiente corregir los APU's contractuales descritos anteriormente, lo cual cuando se subsane este error se descontará al contratista el excedente generando en esta acta, la interventoría genero su propia acta de pago por sus labores prestadas en la obra.

4.3.4 Seguimiento jurídico.

A la fecha se pretende avanzar con proceso de sanción a la interventoría por incumplimiento de sus obligaciones pactadas en el contrato.

4.4 Problemática y hallazgos durante el proceso constructivo.

En la etapa constructiva se presentó un problema con la excavación de las pilas, actividad crítica de la construcción del puente, generando retrasos importantes. Lo que se presenta es debido a el método constructivo empleado por el constructor, que es hincar los anillos de concreto con un

montaje y unas diferenciales anclados a una plataforma ver Imagen 9. Lo que se hace es excavar unos 20 cm y empujar los anillos de 1 m de longitud, repitiendo el proceso hasta hincar todo el anillo, luego se hace el vaciado del siguiente anillo y se sigue el proceso.

Es un método lento pero seguro, ya que los trabajadores no tienen riesgo de un accidente por el desmoronamiento de la pila, pero al llegar a la profundidad de 8 metros el suelo presenta una condición limo – arenosa, con una cantidad de agua importante, lo cual no dejó hincar más el anillo y el avance se detuvo por completo. Dadas las condiciones climáticas y que el terreno tiene un nivel freático alto, por consiguiente, al excavar la pila se genera una cabeza de presión en la profundidad de excavación que contrarresta la presión ejercida por los anillos, generando un proceso de succión en el suelo y de arrastre del material; esta problemática ocurrió en las cuatro pilas. Considerando lo anterior, desde mediados del mes de noviembre el contratista suspendió las actividades, esperando una solución al problema por parte de la entidad contratante o la interventoría.



Figura 9 Empuje de anillos de concreto. Elaboración propia.

Debido a la situación anterior, se hizo un llamado al constructor para encontrar una solución al problema, ya que fueron elegidos en este proceso licitatorio como experto en la construcción de puentes y dado que el tipo de suelo es problemático por sus características y condiciones de humedad, se considera un evento previsible ya que claramente los estudios mencionan la complejidad del suelo y no fue la mejor elección de la metodología constructiva.

Frente a esto, el contratista presento dos propuestas de solución; la primera pretende que al nivel en que se encuentran las pilas se excaven micropilotes alrededor de toda el área de la pila, que lleguen hasta el suelo portante. La propuesta tiene un costo muy elevado alrededor de 320.000.000 COP ver figura 10.

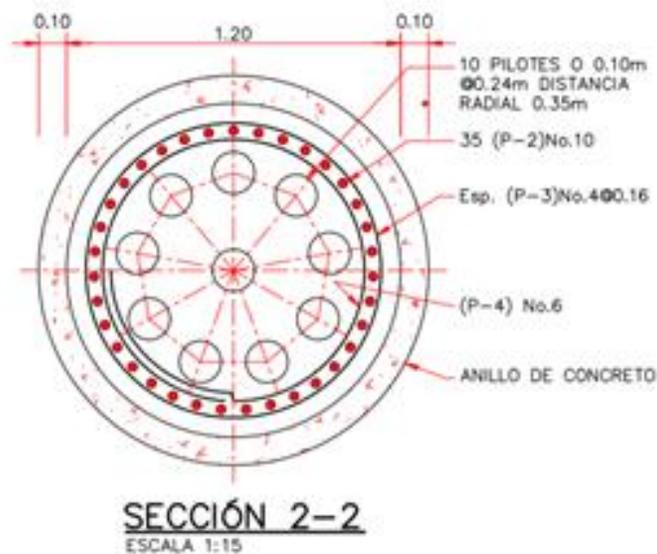


Figura 10. Propuesta 1 micropilotes. Tomado de (Gil Giraldo, 2021)

La segunda propuesta pretende consolidar el suelo con inyecciones de suelo-cemento. En este caso, se realizan perforaciones alrededor de la pila para inyectar a presión y así llenar los vacíos que se generaron en el proceso constructivo, ya que al hacer presión a los anillos, las arenas y limos subían por dentro de la pila con el agua, lo que genero posiblemente socavación alrededor de los anillos, se pretende consolidar por debajo del nivel de profundidad a la que se encuentra, lo que ayudaría a facilitar la excavación, esta propuesta es más barata que la anterior, pero también hay algo de incertidumbre si pueda funcionar (*ver figura 11*).

Dado lo anterior y ya que no se encuentran más propuestas y una definición definitiva, se encuentra en trámite la suspensión del contrato para que los contratistas de obra e interventoría definan cual es la mejor propuesta, presentando cronogramas nuevos, diferentes cotizaciones y diseños abalados por especialistas, para ser presentados a la Gobernación de Antioquia.

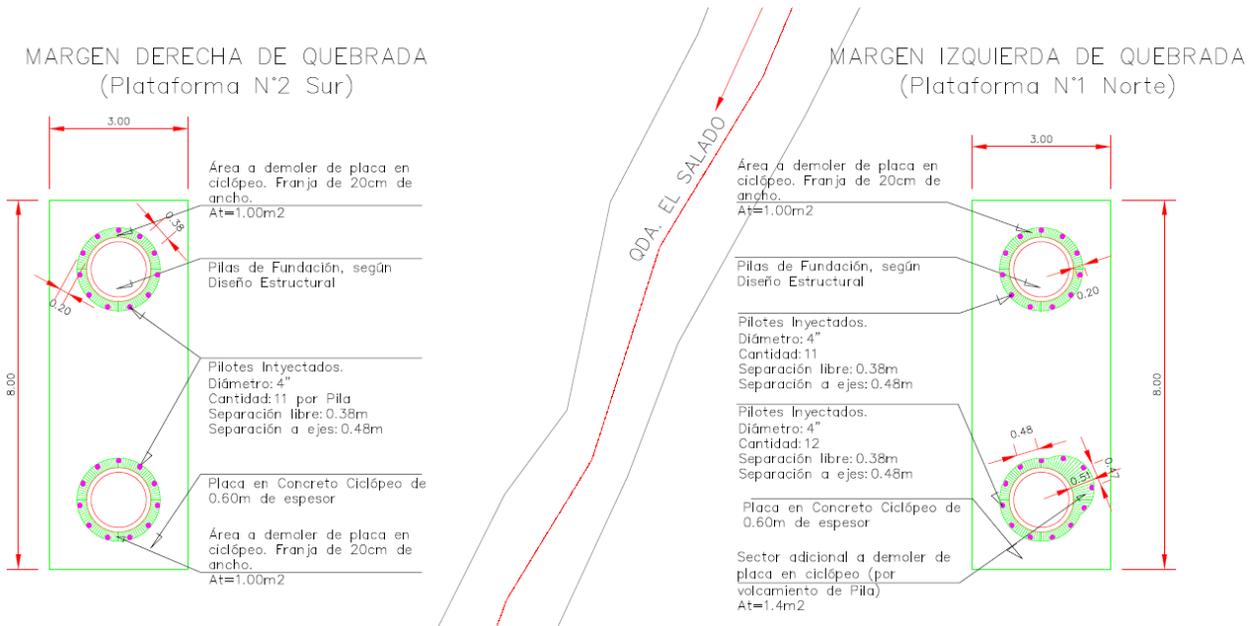


Figura 11. Propuesta 2 Inyecciones de consolidación. Tomado de (INGEADE S.A.S, 2021)

6 Conclusiones

El seguimiento técnico puede presentar dificultades importantes, si no se tienen claro los estudios previos, por lo cual es recomendable que los especialistas que realizaron los estudios propongan metodologías de construcción para la excavación de las pilas y demás trabajos.

Los retrasos de la obra pueden ser adjudicados al constructor ya que los estudios previos de geotecnia advierten de esa dificultad de excavación, y la metodología utilizada para esta actividad no fue la mejor, por lo cual, es indispensable leer toda la documentación previa al inicio del proyecto.

Las entidades públicas llevan mucho tiempo para tramitar un proyecto, por lo cual se presentó el principal problema donde el tiempo efectivo de ejecución inicialmente se planeó de 5 meses para terminar la obra y dado que el acta de inicio se firmó el 13 de septiembre de 2021 están disponibles 3 meses y medio efectivos, ya que por ley al cambio de año se le deben tramitar prorrogas y reservas presupuestales. Por estos temas administrativos se ven entorpecidos los proyectos.

La planeación es uno de los procesos más importantes de un proyecto para garantizar la ejecución correcta del mismo, se deben desarrollar estudios previos con la mayor rigurosidad y lo más completos posibles para prever problemas a la hora de la construcción.

La supervisión de un contrato requiere de ingenieros interdisciplinarios con conocimiento de varias áreas, como la financiera, jurídica y social para ejecución del contrato.

Un supervisor deben ser polímata, ya que es el responsable de toda la obra, debe tener conocimientos técnicos, administrativos, contables, financieros y jurídicos, cabe recalcar que cuenta con apoyo en estas disciplinas pero él es el responsable del proyecto.

Referencias

- ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA . (2014). *NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES CCP 14*. Bogota.
- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. (2010). *Titulo A - Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente*. Bogota.
- Gil Giraldo, E. (2018a). *PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA SAN VICENTE - CONCEPCIÓN, DISEÑO PUENTE VEHICULAR EN LA ABSCISA Km+220*. Medellin.
- Gil Giraldo, E. (2018b). *Estudio Geotécnico*. Medellin.
- Gil Giraldo, E. (2021). *MICROPILOTES FORMAS Y REFUERZOS [PLANO]*. Medellin.
- Gobernación de Antioquia. (2016). *MANUAL DE SUPERVISIÓN E INTERVENTORIA*. Medellin.
- INGEADE S.A.S. (2021). *PROPUESTA DE PILOTES INYECTADOS PUENTE SAN VICENTE FERRER [Plano]*. Medellin.
- INSTITUTO NACIONAL DE VIAS INVIAS. (2007). *mANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS PARA VIAS CON BAJO VOLUMENES DE TRANSITO* . Bogota.
- Suárez Capacho, W., & Múnera, C. (2021). *Hidrología e Hidráulica Quebrada El Salado – km 0+200 - vía San Vicente – Concepción*. Sabaneta.

Anexos

Registro fotográfico





