

**PARTICIPACIÓN COMO INGENIERO AUXILIAR O DE APOYO DE
RESIDENCIA DE OBRA EN LA EMPRESA CHR CONSTRUCTORA**



**INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

**PRESENTADO POR:
JUAN SEBASTIAN ROJAS CORREDOR
04101001**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION
POPAYÁN, 2015**

**PARTICIPACIÓN COMO INGENIERO AUXILIAR O DE APOYO DE
RESIDENCIA DE OBRA EN LA EMPRESA CHR CONSTRUCTORA**



**INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

**PRESENTADO POR:
JUAN SEBASTIAN ROJAS CORREDOR
04101001**

**DIRECTOR:
GUSTAVO ADOLFO ANGEL VERA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION
POPAYÁN, 2015**

TABLA DE CONTENIDO

ITEM	PAG.
INTRODUCCION	5
ANTECEDENTES	6
JUSTIFICACION	7
OBJETIVOS	8
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
METODOLOGIA	9
ENTIDAD RECEPTORA	10
COMPROMISOS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR	12
POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA	12
POR PARTE DEL PASANTE	13
CRONOGRAMA	14
PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO	15
PRODUCTOS A ENTREGAR	16
EJECUCION DE LA PRACTICA LABORAL	17
GENERALIDADES DE LA OBRA.....	17
FASE INTRODUCTORIA	19
REALIZACION DE ACTAS DE VECINDAD.....	20
CAPACITACION DE EQUIPOS DE SEGURIDAD.....	21
TRABAJO EN OBRA	23
COORDINACION DE PERSONAL	23
EXCAVACION DE FILROS.....	24
OBRAS DE DESAGUE.....	27
CABEZALES DE ENTRADA Y SALIDA DE ALCANTARILLAS	27
ADECUACION DE SUBBASE	36
FUNDICION DE PAVIMENTO RIGIDO.....	44
TRAMO DE PRUEBA	44
FUNDICION DE LOSAS DE PAVIMENTO RIGIDO	45
TRABAJO EN PLANTA PRODUCTORA DE CONCRETO	50
RECTA FINAL.....	62
CONCLUSIONES	64

TABLA DE FIGURAS

Fig. 1. Ubicación de la obra.....	17
Fig. 2. Ejemplo de viviendas donde se realizaron las visitas.....	21
fig.3. Se proporcionan equipos de protección a los empleados.....	22
Fig. 4. Se realiza seguimiento del uso de equipos de protección.....	22
Fig. 5. Excavación del filtro..	24
Fig. 6. Filtro cubierto con geotextil y relleno con agregado.	25
Fig. 7. Poste afectado por las excavaciones.....	26
Fig. 8a. Tubos de alcantarilla fundidos en la planta.	27
Fig. 8b. Acero de los tubos de alcantarilla.....	28
Fig. 9. Excavación de cabezales de alcantarilla.....	29
Fig. 10. Perfilado de excavación de cabezales.....	29
Fig. 11a. Fundición de solado de concreto	30
fig. 11b. Colocación de aceros de refuerzo	30
fig. 12. Proceso de encofrado	31
Fig. 13. Cabezal desencofrado.....	32
Fig. 14. Aceros de piso de cabezal de salida.....	32
Fig. 15. Excavación próxima a un poste de electricidad	33
Fig. 16. tubos incorrectamente perforados.....	33
Fig. 17. Se continúa con el encofrado de cabezales.	34
Fig. 18. Se realizan ensayos de concreto..	35
Fig. 19a. Suelo no apto para trabajo	35
fig. 19b. mejoramiento del suelo.....	35
Fig. 20. Adecuación de la subbase con la moto niveladora.....	36
Fig. 21. Material contaminado en la subrasante..	37
fig. 22. Mejoramiento utilizado para la subrasante..	38
Fig. 23a. extensión de material	39
Fig. 23b. no se logra uniformidad	39
Fig. 24. Se revisan los niveles de la subbase.....	40
fig. 25. Se realiza el proceso de irrigación con ayuda de un carro tanque.....	40

Fig. 26. Se realizan ajustes al ancho de vía por errores de medición.....	41
Fig. 27. Terminación del muro de contención #1.....	42
Fig. 28. Continúan las labores de los cabezales de alcantarillas.....	42
Fig. 29. Se realiza nivelación del terreno con un operador calificado.....	43
Fig. 30. Proceso de compactación de la subbase..	43
Fig. 31. preparaciones del tramo de prueba y ensayos iniciales de formaletas.....	44
fig. 32a. ensayos realizados al suelo.....	45
fig.32b. Método de cono de arena.....	45
fig. 33. Preparación de formaletas con láminas de acero perforadas.....	46
Fig.34. armaduras de aceros de transferencia.	47
Fig.35. Fundición y vibrado de las losas de concreto.	48
Fig.36a. Se realizan los cortes de las losas.....	49
Fig.36b fisura controlada en la losa de concreto.....	49
Fig.36c. aplicación del plástico de sellado.	49
Fig.37. Ubicación de la planta productora de concreto.	50
Fig. 38. Planta productora de concreto.	53
Fig. 39. Silo de cemento conectado a la planta.	53
Fig. 40. Preparación de herramientas para terminados.....	54
Fig. 41. Se realizan ensayos de concreto.	55
Fig.42. se realiza el segundo muro de contención.	56
Fig. 43. Fundición de losas y cunetas de concreto.	57
Fig. 44. Tramos de pavimento transitables	58
Fig. 45. Se utiliza el mini cargador para alimentar la planta productora.....	59
Fig.46. continúa la fundición del pavimento rígido..	60
Fig.47. muro de contención #2 terminado.....	61
Fig.48. Terminados de cunetas y entradas.....	62

1. INTRODUCCION

En el presente proyecto se establece un informe de trabajo de la ejecución de la pasantía como requisito de grado, participando como auxiliar o de apoyo de residencia de obra en **CHR CONSTRUCTORA**, encargada de realizar proyectos de construcción en la ciudad de Popayán.

A continuación se describen las actividades realizadas en la ejecución de la obra de rehabilitación de la vía Popayán-Huila en el tramo desde la abscisa 0+430 hasta la abscisa 1+900, mediante la colocación de una capa de pavimento rígido MR-42; acompañado de todas la obras secundarias de adecuación de material y manejo de aguas necesarias para la conservación del mismo

Adicionalmente, se hace un recuento detallado de las diferentes situaciones surgidas durante el proceso de construcción y sus alternativas de solución propuestas por los diferentes profesionales involucrados en la obra.

2. ANTECEDENTES

La empresa CHR CONSTRUCTORA, tiene como objetivo cumplir y atender las necesidades de construcción de infraestructura a nivel nacional entregando proyectos de óptima calidad, mediante el cumplimiento de las especificaciones técnicas y los requisitos legales y contractuales, para lo cual se cuenta con profesionales encargados de la supervisión tanto de campo como de oficina; generando una dinámica de trabajo que posibilite gestionar dichos proyectos de forma eficiente, cumpliendo los plazos pactados además de alcanzar los objetos contractuales con las especificaciones y términos establecidos en cuantía y plazos.

Con este fin, CHR CONSTRUCTORA tiene una oficina central encargada de la preparación de documentos, apoyo técnico y organizacional, con profesionales capacitados en la formulación y administración de proyectos; además de ingenieros que lleven a cabo la visión de los clientes de manera satisfactoria y en los plazos establecidos.

La Universidad del Cauca, en su meta de formar profesionales capacitados, propone la alternativa de la práctica profesional que le permita al estudiante aplicar los conocimientos, destrezas y habilidades propias de su formación profesional, en el aporte a la solución de problemas específicos acordes con su disciplina, durante su estancia en contextos empresariales, corporativos o comunitarios, públicos o privados, que lo requieran y estén legalmente constituidos.

Desde su constitución como alternativa de grado, muchos estudiantes han optado por la práctica profesional, debido a la posibilidad que proporciona de participar en un proyecto claramente definido por la entidad receptora, que permita desarrollar actividades teórico-práctico que promuevan la confrontación de conocimientos teóricos.

Debido a esto, un gran porcentaje de estudiantes han optado por esta alternativa y han participado en obras de todos los campos de la ingeniería; desde construcciones de edificios, conjuntos residenciales, vías primarias y secundarias, hasta trabajos en revisiones de contratos y cuestiones administrativas.

3. JUSTIFICACION

Con el fin de lograr las metas propuestas por la empresa receptora es necesario contar con personal capacitado, que contribuya de manera activa y consiente en la evaluación y realización de proyectos de construcción y que aporte con sus conocimientos a la labor de optimización constante de los recursos locales, por lo cual es necesario contar con profesionales que propongan nuevas dinámicas y soluciones eficientes a los problemas presentados en el desarrollo de proyectos tanto en campo como en oficina.

Debido a esto; la inclusión de estudiantes optantes al título de ingeniería civil como apoyo a los procesos necesarios en una empresa de ingeniería civil son una gran oportunidad para la articulación de jóvenes profesionales en el medio de trabajo, puesto que es una forma de adquisición de experiencia y una oportunidad para inclusión de nuevos conocimientos en procesos y metodologías establecidas, aportando a la optimización del desarrollo de todas las partes involucradas.

Las prácticas empresariales permiten que el paso al mercado laboral sea para el egresado un vehículo a través del cual pueda conocer los pormenores de su carrera además de las particularidades que implica el desempeño de la misma y la manera en que la academia se aplica a la realidad a través de la solución de problemas mediante una confrontación de la teoría y la práctica en un ambiente de trabajo seguro y controlado.

De la misma forma, el estudiante tendrá una idea más clara de sus aspiraciones como ingeniero una vez terminado el ejercicio de pasantía y será capaz de tomar decisiones con más criterio puesto que tendrá información a su disposición que no sería capaz de obtener de otra manera, más que por observación y participación directa.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Participar como Ingeniero Auxiliar o de Apoyo de Residencia de Obra en la empresa CHR CONSTRUCTORA.

4.2. Objetivos específicos

- Apoyar la dirección de la ejecución del proyecto, conforme a los planos y especificaciones técnicas establecidas en el mismo.
- Velar por el mejor aprovechamiento de los equipos, herramientas, recursos humanos adecuados y necesarios.
- Desarrollar el proyecto encomendado con la calidad, tiempo y costo considerado.
- Cumplir en acompañamiento y apoyo con el Ingeniero SISO y Ambiental las Normas de Seguridad e Higiene Industrial y de acuerdo a las condiciones establecidas en el contrato suscrito por el Contratista.
- Planificar, coordinar al personal directo de la obra y en su caso a los diferentes contratistas que intervienen en la obra.
- Realizar requerimientos de material oportunos
- Elaborar reportes de avances de obra, ejecución de la obra y de las actividades de control, tales como calidad, organización del personal, actas, mediciones, evaluaciones y demás actos administrativos similares

5. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto de pasantía se estará bajo la dirección del arquitecto GUSTAVO ADOLFO ANGEL VERA por parte de la Universidad del Cauca quien desempeñará las funciones de revisar, calificar y corregir mediante informes mensuales el avance y desarrollo de la pasantía; y del Ingeniero JAVIER MONTILLA, quien será el Jefe inmediato y brindará la asesoría necesaria en la realización de las actividades propuestas.

Con el fin de contribuir con el desarrollo de las actividades de evaluación a dichos proyectos, es necesario realizar tareas enfocadas a cada área de estudio del proyecto, de la siguiente manera:

- Revisión de los diseños de ingeniería presentados en los proyectos y su comparación con las especificaciones técnicas.
- Apoyo en obra al ingeniero residente, aplicando los conocimientos adquiridos.
- Apoyo administrativo en cuestiones de formulación y revisión de los proyectos adelantados.

6. ENTIDAD RECEPTORA.

CHR CONSTRUCTORA SAS

Nit: 900760834-0

Una empresa colombiana dedicada a la construcción de obras civiles e ingeniería a nivel nacional

MISION

Cumplir y atender las necesidades de construcción de infraestructura a nivel nacional, comprometidos con la entrega de proyectos de óptima calidad logrando la satisfacción de las de nuestros clientes con un gran espíritu de servicio.

VISION

Lograr el posicionamiento a nivel nacional de la Empresa en la construcción de obras civiles de alta calidad, incrementando su participación en el mercado.

POLITICA DE GESTION

C.H.R. CONSTRUCTORA S.A.S tiene un claro compromiso con sus clientes al prestar servicios de construcción de obras civiles con calidad, a entidades públicas y privadas a nivel nacional.

- ✓ Trabajamos por el mejoramiento continuo de los procesos.
- ✓ Cumplimos requisitos legales y contractuales.
- ✓ Prevenimos los accidentes, lesiones y enfermedades de nuestros colaboradores.
- ✓ Prevenimos la contaminación del medio ambiente.
- ✓ Generamos satisfacción a nuestros clientes y la comunidad que impactamos.

OBJETIVOS EMPRESARIALES

- ✓ Entregar proyectos de óptima calidad, mediante el cumplimiento de las especificaciones técnicas y los requisitos legales y contractuales.
- ✓ Satisfacer las necesidades de nuestros clientes con un gran espíritu de servicio.
- ✓ Desarrollar competencias y contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida de nuestro talento humano.
- ✓ Gestionar nuestros proyectos de forma eficiente, cumpliendo los plazos pactados
- ✓ Alcanzar los objetos contractuales con las especificaciones y términos establecidos en cuantía y plazos.
- ✓ Contribuir al desarrollo de las comunidades y al sector de la Infraestructura.
- ✓ Conservar, optimizar y proteger los recursos naturales como base ambiental del desarrollo de los proyectos.

7. COMPROMISOS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

7.1. Por parte de la entidad receptora:

- a. Estar legalmente constituida y poseer la capacidad para asignar un ingeniero supervisor que facilite y dirija la realización del trabajo.
- b. Manifiestar su deseo de participar en el programa de pasantías de la Universidad y suscribir un convenio de cooperación institucional y de compromiso específico en cada caso.
- c. Elaborar un programa de trabajo de acuerdo con el tiempo y dedicación aprobada por la Universidad. Para su aprobación el proyecto deberá contar con los recursos necesarios que permitan y faciliten su desarrollo.
- d. Coordinar y suministrar la información que los estudiantes necesiten para su pasantía, acordar el horario y las formas de relación con el personal, en su sitio de trabajo.
- e. Empezar las acciones necesarias para afrontar y resolver particularidades que requieran asesoría especializada.
- f. Realizar un programa de inducción al estudiante para conocimiento de la forma operativa de la empresa, el desarrollo de sus actividades o funciones y definir claramente su relación con el personal asesor, directivo y de apoyo a sus labores.
- g. Satisfacer las condiciones básicas necesarias de área física y logística de los estudiantes para el desarrollo de las actividades asignadas en la Empresa.
- h. Diligenciar los formatos de evaluación y valoración de los productos y actividades realizadas por el estudiante.

7.2. Por parte del Pasante

- a. Someterse al proceso que realice el Departamento o Empresa Receptora para su selección.
- b. Elaborar su propuesta de trabajo indicando claramente: los objetivos propuestos, una descripción de la empresa receptora, las actividades a realizar, la forma operativa de trabajo, la asesoría o supervisión por parte de la empresa, productos a realizar, el cronograma de trabajo, el presupuesto necesario y su financiamiento.
- c. Obtener de la Facultad de Ingeniería Civil la aprobación de su pasantía como trabajo de grado y la carta de presentación a la institución receptora
- d. Cumplir y aceptar las normas y reglamentos establecidos por la institución receptora, ajustarse al horario, reglamentos internos y modalidades de trabajo.
- e. Ser digno representante de la Universidad del Cauca ante la entidad receptora, comportándose con ética y responsabilidad.
- f. Presentar un informe mensual, firmado por el asesor o supervisor de sus actividades, en donde confronte lo desarrollado durante ese mes con lo propuesto en el cronograma de actividades.
- g. Entregar en tres copias un informe final escrito, firmado por su asesor o supervisor, sobre los resultados de la pasantía y que incluya sus conclusiones y recomendaciones de esa experiencia académica
- h. Aclarar con su asesor, supervisor o director, tanto en la empresa como en la Universidad las posibles dudas que puedan surgir durante el desarrollo de la pasantía y la elaboración del informe final.

8. CRONOGRAMA

En el cronograma de actividades consignado en la tabla 2 se especifica el tiempo destinado para las actividades a realizar por semanas, teniendo en cuenta las actividades a desarrollar, preparación de informes y tiempo de la pasantía (640 horas) planteado en la metodología y considerando un trabajo a **tiempo completo**.

ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Documentación																
Trabajo administrativo																
Informe 1																
Informe 2																
Informe final y correcciones																
Sustentación																

9. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO

En la tabla 2 se presenta un estimativo de los gastos en el tiempo considerado en la realización de la pasantía, además de las fuentes de financiamiento de los mismos.

Tabla 2.Costos estimados

ITEM	DESCRIPCION	COSTO POR MES	COSTO POR 4 MESES	ASUMIDO POR
1	Director pasantía	\$250.000	\$1.000.000	UNIVERSIDAD
2	Jefe inmediato	\$250.000	\$1.000.000	ENTIDAD
3	Materiales y Papelería	\$25.000	\$100.000	PASANTE
4	Transporte	\$90.000	\$360.000	PASANTE
5	Otros gastos	\$30.000	\$120.000	PASANTE
TOTAL				\$2.528.000

10. PRODUCTOS A ENTREGAR

En el proceso de pasantía se responderá por los siguientes documentos:

- **Anteproyecto de Pasantía:** Se entregará al jefe del departamento un planteamiento del trabajo a realizar.
- **Informe mensual:** Se entregará al ingeniero designado como Director, informes según lo estipulado en la metodología donde se consignará información de actividades, novedades y el avance de la pasantía de acuerdo al cronograma previamente establecido para el desarrollo de la misma.
- **Informe Final de Pasantía:** Se entregara un informe final con información detallada de todas y cada una de las actividades que constituyeron el desarrollo de la pasantía soportados con registros fotográficos.

11. EJECUCION DE LA PRÁCTICA LABORAL.

11.1. Generalidades de la obra

El proyecto realizado por la empresa CHR constructora SAS consiste en la rehabilitación de la vía al Huila, considerando el tramo desde la entrada de la iglesia de Belén, hasta la entrada por las residencias “Cabañitas” y consiste en la realización de un tramo de 1200 metros en pavimento rígido; además de incluir todas las obras necesarias para desagüe y adecuación de conducción de aguas.



Fig. 1. Ubicación general de la obra.

Las obras necesarias para la rehabilitación de la vía son las siguientes:

- Adecuación de filtros de desagüe de aguas lluvias en el lado izquierdo de la vía, realizados con geotextil y agregado de tamaño mayor a $\frac{3}{4}$ de pulgada.
- Excavación y fundición de alcantarillas, tuberías de transporte de aguas lluvias y cabezales de entrada y salida de desagües a lo largo de todo el tramo.
- Adecuación de material de subrasante del tramo, incluyendo posibles excavaciones y rellenos que se presenten según la topografía
- Adecuación del material de subbase del tramo, extensión, nivelación y compactación del mismo.
- Preparación y fundición de la capa de concreto utilizada como superficie de rodadura con concreto de modulo de rotura de 42 kg/cm² y espesor de 20 cm, la fundición incluye aceros de transferencia de cargas y aceros estructurales en casos de losas con diseño reforzado.
- Fundición de las cunetas de desagüe, los bordillos y accesos vehiculares y peatonales.

11.2. FASE INTRODUCTORIA:

Con el objetivo de Participar como Ingeniero Auxiliar o de Apoyo de Residencia de Obra en la empresa CHR CONSTRUCTORA, es necesario familiarizarse con la dinámica de trabajo de la empresa, por lo que se toman los días iniciales del ejercicio de pasantía para realizar una introducción breve y concisa de las labores a desarrollar por parte del pasante; la empresa CHR es relativamente nueva y no cuenta con gran cantidad de personal por lo que la convivencia con las diferentes personas es más directa y amena, en especial en la oficina, donde se tiene una comunicación en primera persona con las personas encargadas de la parte administrativa y financiera.

Según lo acordado con el representante de la empresa, el Ingeniero Javier Montilla Cardona, las labores a desarrollar por parte del pasante son:

- Dirigir la ejecución, conforme a los planos y especificaciones técnicas establecidas en el proyecto.
- Velar por el mejor aprovechamiento de los equipos, herramientas, recursos humanos adecuados y necesarios.
- Desarrollar el proyecto encomendado con la calidad, tiempo y costo considerado.
- Cumplir en acompañamiento y apoyo con el Ingeniero SISO y Ambiental las Normas de Seguridad e Higiene Industrial y de acuerdo a las condiciones establecidas en el contrato suscrito por el Contratista.
- Planificar, coordinar al personal directo de la obra y en su caso a los diferentes contratistas que intervienen en la obra.
- Realizar requerimientos de material oportunos
- Elaborar reportes de avances de obra, ejecución de la obra y de las actividades de control, tales como calidad, organización del personal, actas, mediciones, evaluaciones y demás actos administrativos similares

Al principio, se realiza trabajo de oficina desde el 6 de abril, desarrollando la fase administrativa en la realización de la obra, teniendo en cuenta la organización de permisos, formatos de actas y papelería general necesaria para el correcto funcionamiento de la misma; por ejemplo, durante esta fase, se realiza el diseño y la explicación del formato de actas de vecindad que se realizan en la semana posterior, además se realizan modificaciones menores a los formatos utilizados anteriormente por iniciativa del pasante, para especificar daños o situaciones en viviendas no convencionales.

11.3. REALIZACION DE ACTAS DE VECINDAD

Inicialmente se organizan las actas de vecindad (ver anexo 1) para la Obra de Mejoramiento y rehabilitación de la Vía Popayán-Huila, consistentes en recopilación preliminar de información con el objetivo de realizar una evaluación de daños existentes en estructuras aledañas al lugar de la obra para, posteriormente, realizar un seguimiento y control de daños posibles. Dichas actas consisten en una toma de los datos del predio a ser evaluado, los cuales incluyen los nombres del propietario y sus datos personales, la ubicación del predio, si la persona que contesta las preguntas es propietario o arrendatario, que tipo de servicios públicos tiene, si es un predio rural o urbano, si incluye algún tipo de actividad secundaria, el tipo de terreno, entre otros. Además, incluye los espacios necesarios para realizar una evaluación cualitativa de las condiciones de las cimentaciones, los muros, los cerramientos, cubiertas y fachadas en general, acompañado de registros fotográficos detallados y de aclaraciones en caso de que existan fallos importantes en cada una de estas estructuras.

En el proceso de las actas se debe tener cuidado especial al realizar la evaluación de los daños, puesto que muchas personas pueden aprovechar la oportunidad para solicitar reparaciones de daños existentes al contratista o a realizar demandas por daños causados por situaciones ajenas a la obra; particularmente en la obra de la vía Popayán-Huila, las estructuras aledañas pertenecen a comunidades de escasos recursos, que solicitaban arreglos a vías que tenían décadas de construcción y materiales para arreglos de viviendas particulares como grava, arena y cemento; adicionalmente, muchas de las personas solicitaban mano de obra de la empresa para reparaciones de diversas fallas ya fuera grietas en los muros, falta de techos adecuados, incluso hasta solicitar la construcción de un muro de contención secundario en los sectores aledaños al barrio; por supuesto dichas solicitudes tuvieron que ser negadas, debido a que el presupuesto previamente acordado no incluye situaciones ni condiciones de mitigación social.

Durante el desarrollo de la obra se realiza el seguimiento de las actas, mediante visitas periódicas a las edificaciones aledañas a la misma, tomando registros fotográficos y anotando en las actas las condiciones en las cuales se encuentra la edificación respecto a la última visita. Adicionalmente, se realiza la ubicación de un puesto de información al usuario, en donde las personas pueden expresar sus inquietudes o realizar observaciones respecto a la afectación que ha tenido el desarrollo de las actividades constructivas.



Fig.2. Ejemplo de viviendas donde se realizaron las visitas.

11.4. CAPACITACION DE EQUIPOS DE SEGURIDAD

A continuación, en la semana del 20 al 25 de abril, se realiza una evaluación de la calidad de la seguridad de la obra, en acompañamiento con interventoría, proporcionada por la Universidad del Quindío, en donde se realizan capacitaciones sobre el uso debido de equipos de protección, entre ellos: cascos, chalecos refractivos, guantes de seguridad, arneses para trabajo en alturas y equipo especializado para los operadores de maquinaria pesada.

Las capacitaciones consisten en charlas destinadas a evidenciar la importancia de cada uno de los elementos de protección; por ejemplo, como los cascos han evitado miles de accidentes en obras debido a elementos de trabajo que caen desde grandes alturas, o como los guantes protegen de amputaciones de los dedos, como los chalecos dan visibilidad a los conductores o a los operadores de maquinaria al momento de transitar el lugar de trabajo; es decir, se evidencia tanto la importancia del uso de los equipos, como las posibles consecuencias de ignorar las recomendaciones. Dichas explicaciones van acompañadas de cartillas didácticas, donde se dan descripciones de los equipos, un esquema explicativo de cada uno, la normatividad aplicada para la escogencia de los mismos y un rotulo o resumen, en el cual se dan a conocer los datos de la persona que recibe el equipo y que equipo está recibiendo.

Así mismo, se realiza la entrega de dichos equipos a los trabajadores de la obra, por iniciativa de la Ingeniera Olga Virginia Trujillo. Algunos empleados y obreros vieron la iniciativa como algo innecesario, puesto que están acostumbrados a trabajar informalmente y sin condiciones de seguridad apropiadas o en la realización de trabajos de menor capacidad. Durante esos días se adelantaron labores de colocación de material y adecuación de subbase y se pudo notar la iniciativa de muchos de los empleados al utilizar los elementos de protección, debido a que no habían recibido elementos de este tipo, lo cual contribuyó a su uso debido.



Fig.3. Se proporcionan equipos de protección a los empleados



fig.4. Se realiza seguimiento del uso de equipos de protección.

Para realizar un seguimiento de la utilización de equipos de protección, se recurre al rotulo entregado anteriormente, con el cual se controla si el empleado cumple con llevar el equipo correspondiente, este control se realiza diariamente al momento del llamado a lista de personal en la obra. De la misma forma, en caso de que exista un daño en el equipo protector, se deja registro de esto en el rotulo y se procede a solicitar un reemplazo.

La labor de seguimiento de los equipos de protección se realiza en acompañamiento de la ingeniera Olga Virginia Trujillo, quien es la responsable de la seguridad industrial en la obra. Además, con su ayuda, se realizan los respectivos llamados de atención y sanciones a los empleados que no utilicen los equipos, dichas sanciones consisten en suspensión del trabajo del empleado, sin pago cuando es un llamado de atención repetido; por fortuna, no se presentan muchos casos en donde se deba recurrir a sanciones puesto que los empleados utilizan los equipos apropiadamente.

11.5. TRABAJO EN OBRA

11.5.1. Coordinación de personal.

Durante la siguiente etapa de la pasantía se realiza el proceso de planificación y coordinación del personal directo de la obra y de los diferentes contratistas que intervienen en la misma. Con este objetivo, es necesario un estudio de los planos y esquemas preparados para las actividades de la obra ya sea para ver las condiciones de fundición, para saber las cantidades de aceros necesarias y su distribución, las medidas de las formaletas a utilizar, la maquinaria disponible y su estado actual o para saber que materiales son necesarios en cada etapa y cuando deben ser solicitados.

Adicionalmente, se realizan recorridos con los ingenieros en toda la longitud del tramo para ver cada uno de los sitios donde se realizan las actividades, además de evaluar su situación actual y alternativas iniciales de mejoramiento; por ejemplo, en el tramo de la abscisa 1+005 hasta la abscisa 1+016 se evidencia que es necesaria la construcción de un muro de contención, no obstante, los planos revisados no contienen dicho muro, por lo cual es necesario una reunión con interventoría para discutir el tema.

Además, se ve la necesidad de la organización de una bitácora personal en donde se lleven a cabo observaciones respecto a materiales, procesos y maquinaria; adicionalmente se realizan evaluaciones cualitativas de condiciones externas a la obra, como el clima o imprevistos presentados durante cada uno de los días, lo cual implica estar directamente involucrado en la obra, además de estudiar a fondo los procesos constructivos de la misma

La organización de la bitácora personal, el estudio de los planos y de los procesos constructivos y el asesoramiento solicitado con el fin de resolver cualquier duda presentada en el desarrollo de las distintas actividades.

Igualmente, debido a la labor administrativa asignada al pasante, es necesario realizar un registro de personal de la planta, por lo cual se organiza un formato de asistencia y horas extras. Con dicho formato se hace acompañamiento y se realiza una evaluación cualitativa del personal, además de organizar los pagos quincenales y mensuales de todo el personal involucrado en la obra. Dicho formato se organiza teniendo en cuenta el personal presente en la obra y debe ser revisado diariamente, para ver las horas de trabajo de cada uno de los empleados, incluir las horas extras y realizar un control de asistencia.

11.5.2. Excavación de filtros.

En las primeras etapas de trabajo, se adelantan labores de excavación y preparación de material para las alcantarillas y filtros realizados en la vía, con el objetivo de facilitar las labores posteriores al realizar un adecuado control del agua presentada en la sub-rasante, mediante el uso de geotextil especializado para filtros y agregado de tamaño mayor a $\frac{3}{4}$ " y, traído directamente de la cantera Conexpe, la cual está ubicada relativamente cerca del sitio de la obra y ofrece material de buena calidad

El proceso constructivo de los filtros comienza por realizar una excavación de un ancho de 1m y profundidad promedio de 1.80m, previamente ubicada por el topógrafo, para dicho trabajo se utiliza un retro cargador Caterpillar de llantas, debido a su versatilidad y capacidad de trabajo en espacios reducidos, además de que cuenta con la potencia y la manipulación precisa que necesita para trabajar en áreas donde el uso de equipos más grandes no resulta práctico; posteriormente, se prepara la zona, nivelando el piso y arreglando cualquier desperfecto producido por la máquina para dejar la excavación lo más uniforme posible; en esta operación se cuenta con la ayuda de dos ayudantes, que van recorriendo el tramo excavado y van perfilando la excavación con ayuda de palines y picas, para posteriormente llevar los sobrantes en un cargador manual a un sitio de acopio para utilizar este material en rellenos posteriores de alcantarillas.



Fig. 5.

Excavación del filtro.

A continuación, se coloca el geotextil de tal forma que no queden espacios entre el geotextil y el suelo, para lo cual, los ayudantes encargados de la labor pisan el geotextil y lo estiran para después asegurarlo con porciones del mismo agregado con el que se realiza el relleno del filtro y se asegura en la parte de arriba con estacas de madera clavadas con macetas, con la precaución de no realizar perforaciones demasiado grandes al geotextil; después, con la ayuda de la retroexcavadora de orugas, se procede a llenar la excavación con el agregado, debido a que posee mayor capacidad y el proceso de llenado se puede completar mucho más rápidamente. No obstante, debido a que se deben adelantar excavaciones en otras porciones de los muros, a veces se recurre a utilizar el mini cargador CAT, por ser más rápido y maniobrable; en otras ocasiones, simplemente se recurría a terminar el relleno de los filtros a mano, con ayuda de un boogie mecánico de ACPM y palas.

El relleno del filtro se debe limitar verticalmente a una altura de 1m cuidando que se mantenga esta medida en toda la longitud del tramo, para lo cual se cuenta con un ayudante encargado de marcar en intervalos de 2 metros la medida vertical con ayuda de un flexometro y pintura roja y otro ayudante encargado de distribuir el agregado con una pica en los puntos en donde se sobrepasa la altura o donde no es suficiente.



Fig. 6. Filtro cubierto con geotextil y relleno con agregado

El día 13 de abril se realiza la excavación para los filtros de la abscisa 0+900 a la abscisa 1+020, sin embargo, debe interrumpirse la excavación debido a que se ve afectado un poste de luz por el derrumbe de los taludes laterales de tierra, cerca a la abscisa 1+010.



Fig. 7. Poste afectado por las excavaciones.

Finalmente, se sueltan las estacas del filtro, teniendo cuidado de no perforar o romper el geotextil y se procede a cerrar el mismo con una aguja capotera y fibra de tal forma que impida el paso del agua y sedimentos por la parte superior de las excavaciones

La preparación de los filtros se vio frenada debido a la demanda de maquinaria en las excavaciones de cabezales; la retroexcavadora de orugas debe realizar las excavaciones del muro de contención de la abscisa 0+600, el retro cargador de llantas tenía que realizar los cabezales de salida faltantes y el mini cargador se encargaba del suministro de material para la planta productora de concreto.

Además, muchas veces se debe realizar el proceso de instalación del geotextil varias veces, puesto que el ayudante encargado contamina la excavación con material orgánico debido a su descuido; por lo cual se realiza un proceso de limpieza manual con ayuda de mangueras y palas para evitar la colmatación del filtro.

11.5.3. Obras de desagüe

11.5.3.1. Cabezales de entrada y salida de alcantarillas.

Primero, se procede a excavar el cabezal de entrada de la alcantarilla, con ayuda de la retroexcavadora de orugas, incluido el espacio para los tubos de 24" de diámetro utilizados para el desagüe; dichos tubos se funden en la planta productora de concreto, ubicada en el sector de pueblillo; con un refuerzo realizado en acero de $\frac{1}{4}$ " y fundidos con la ayuda de una mezcladora de tambor por un oficial y un ayudante.



Fig. 8a. Tubos de alcantarilla fundidos en la planta



Fig. 8b. Acero de los tubos de alcantarilla.

A la hora de realizar las excavaciones se debe tener en cuenta la interrupción del flujo tanto de vehículos como de maquinaria en una de las calzadas de la vía existente, por lo cual la labor debe realizarse en el menor tiempo posible y con el mayor cuidado para evitar posibles derrumbes, contaminación del material de los filtros o daños en las capas de material de subbase debido a movimientos de tierras innecesarios.

En repetidas ocasiones, se ve frenado el trabajo en las alcantarillas debido a que el material y las herramientas se encontraban bloqueados por la maquinaria que realizaba las excavaciones, lo cual muestra un descuido por parte del ingeniero inspector de obra, cuya labor consiste en organizar las actividades de tal forma que las obras se interrumpan lo menos posible. No obstante, durante las primeras semanas de trabajo se evidenciaban partes de la obra donde el trabajo se veía frenado por falta de materiales como grava o arena, o en otros lugares donde había filas de volquetas esperando a descargar viajes de material de mejoramiento y el retro cargador bloqueando el paso de las mismas.

Posteriormente, se opta por tener vehículos dentro de la obra, encargados de llevar materiales e información a través de los distintos frentes de trabajo además de encargarse de conseguir los suministros faltantes en la obra, como acero, madera, cinta de demarcación para el acopio de materiales, inclusive tienen la labor de transportar los almuerzos de los obreros al sitio de trabajo.



Fig. 9. Excavación de cabezales de alcantarilla.

A continuación, se perfila la excavación del cabezal mediante palines y pica; posteriormente se realizan los cortes de las esquinas con el palin con ayuda de las guías proporcionadas por el equipo de topografía, el cual realiza un levantamiento de replanteo para cada uno de los cabezales con ayuda de una estación total, con el fin de facilitar el proceso de encofrado y de colocación de aceros de refuerzo, además de proporcionar un volumen de excavación cuantificable, de la cual se deja registro en cada uno de las excavaciones realizadas para cada cabezal, mediante una medición rigurosa y un cálculo aproximado con un flexometro, con el objetivo de dejar un precedente en las actas de obra parciales.



Fig. 10. Perfilado de excavación de cabezales

Siguiendo el proceso, se realiza la fundición de un solado de concreto pobre, de un espesor de 5 cm para impermeabilizar la capa superior además de proporcionar un soporte para el refuerzo de acero; dicho refuerzo se arma en el lugar y debe ser cuantificado para su consolidación y revisión en las actas de obra parciales; esta medición es realizada por el pasante y va acompañada de un registro fotográfico donde se evidencie la forma y distribución de los aceros.



Fig. 11a. Fundición de solado de concreto.



fig. 11b. Colocación de aceros de refuerzo.

El proceso de encofrado o formateado de los cabezales se realiza por una cuadrilla de 4 personas mediante de las guías proporcionadas por los topógrafos que realizan un replanteo teniendo como indicación los niveles de la rasante y la subbase. Sin embargo se observa que en muchas ocasiones esta cuadrilla tardaba demasiado tiempo realizando el proceso, a veces llegando a gastar de 3 a 5 días, lo cual afectaba el proceso de fundición de los elementos restantes y las excavaciones para la subbase.



fig. 12. Proceso de encofrado

En la fecha abril 9, se revisan las colocaciones de aceros de los cabezales de entrada de las abscisas k1+340 y k1+410 y los trabajos de excavación de las abscisas 1+119 y 1+018. En cada uno de estos puntos se toman registros en la bitácora personal, se realiza un registro fotográfico y se realizan esquemas explicativos, donde se proporciona la ubicación y cantidades de aceros presentados en cada cabezal.

Cabe aclarar que todos los cabezales de entrada presentan entramado de 3/8" espaciado 30 cm en ambas direcciones, además de presentar varillas verticales en anclaje para las cajas de 3/8" con pie de 45 cm de longitud, ancladas mediante la fundición de un solado de 10 cm de espesor y con resistencia esperada de 3000 psi. Para los cabezales de entrada realizados el 9 de abril, se realizan todas las fundiciones con mezcladora de trompo.



Fig. 13. Cabezal desencofrado

Los días 10 y 11 de abril se realizan labores de encofrado para las alcantarillas de las abscisas k1+340 y k1+410 culminando con su fundición el Sábado, 11 de abril, en horas de la tarde, dicho proceso se realiza con mezcladora de trompo. De la misma forma, durante estos dos días se organizan los aceros correspondientes a los cabezales de entrada de las abscisas k1+119 y k1+018, teniendo en cuenta la disposición de aceros calculada; así mismo se inician las excavaciones de los cabezales de salida de la abscisa k1+210, dejando listo para su posterior perfilado.



Fig. 14. Aceros de piso de cabezal de salida.

El día 13 de abril, se realiza el desencofrado de los cabezales de entrada de las abscisas 1+340 y 1+410, se toman medidas correspondientes, además de su registro fotográfico y se comienza la excavación de los cabezales de salida de los mismos; en horas de la tarde, se realiza el proceso de encofrado de las abscisas k1+119 y k1+018; De la misma forma, en la abscisa 0+900 es de vital importancia revisar el poste de luz presente, puesto que se debe realizar una excavación en ambos lados, tanto para el filtro como para el cabezal de entrada de la alcantarilla planeada en dicho punto.



Fig. 15. Excavación próxima a un poste de electricidad. Se debe tener cuidado al momento de perfilar las excavaciones a ambos lados del mismo para evitar cortes de energía.

Durante abril 14 se realiza todo el proceso de terminado del muro de contención de la abscisa 0+630, consistente en rellenos y colocación de tubos lagrimales; para empezar, el relleno se realiza con material sacado de las excavaciones de los cabezales de entrada realizados hasta el momento; adicionalmente, se debe realizar un entablado de la excavación para evitar que se presenten derrumbes en la misma. Posteriormente se realiza la perforación y colocación de tubos de desagüe; dichos tubos deben ser colocados de tal forma que no se obstruyan y transporten el caudal necesario, sin embargo, al momento de perforar los tubos con ayuda del taladro manual de $\frac{1}{2}$ ", no fueron hechos como se indicó, por lo cual hubo un retraso en su colocación hasta el día siguiente.

Fig. 16. tubos incorrectamente perforados



Debido a que se tomo la decisión de posponer relleno del muro, esto conlleva a desviar la retroexcavadora de orugas y el retro cargador a trabajos de excavación de filtros; esto implicó la limitación del paso de trabajadores a las áreas de cabezales, por lo que las fundiciones planeadas para el día tuvieron que realizarse el día siguiente; sin embargo, el proceso de encofrado del cabezal de entrada de la abscisa 1+119 se realiza satisfactoriamente.



Fig. 17. Se continúa con el encofrado de cabezales.

El 15 de abril se realiza el proceso de fundición del cabezal de entrada de la abscisa 1+119, el cual se logra gracias a la ayuda del carro mezclador T2959, el cual agiliza de gran manera el proceso de fundición, y proporciona concreto de mejor calidad, debido al control sobre los procesos de fabricación del mismo. Cabe aclarar que el concreto premezclado es preparado en la planta productora, ubicada a 1km del sitio de la obra.

Durante los proceso de fundición se realizan ensayos de calidad del concreto que llegaba desde la planta productora; fue deber del pasante realizar dichos ensayos, aplicando los conocimientos adquiridos en las prácticas de laboratorio; sin embargo los equipos proporcionados para dichos ensayos por parte de la entidad durante los ensayos iniciales fueron deficientes y no cumplían los estándares de calidad necesarios, por lo cual los ensayos realizados no arrojaron los resultados esperados. No obstante se empieza a llevar un registro y control de todos los ensayos realizados en cada una de las fundiciones, además de una comunicación constante con el laboratorio responsable de dichos ensayos.



Fig. 18. Se realizan ensayos de concreto.

De la misma forma, el 21 de abril se realiza la excavación del cabezal de salida de la alcantarilla en la abscisa 0+900, sin embargo se encuentra que el suelo existente es un relleno de basura y suelo orgánico altamente contaminado, con presencia de piezas de automóviles, desperdicios de comida, colchones viejos, entre otras cosas. Debido a que el suelo encontrado no cumple con las condiciones mínimas de resistencia se trata de encontrar un estrato de suelo aceptable por lo que se tiene que profundizar la excavación al menos 1 metro adicional. Se realiza una visita con interventoría y se determina que es necesario realizar un relleno con material de mejoramiento y compactación mediante el uso de un compactador manual de gasolina, puesto que no hay forma de utilizar el suelo existente sin comprometer la estructura de los cabezales y de la vía.



Fig. 19a. Suelo no apto para trabajo



fig. 19b. mejoramiento del suelo

El día 22 de abril se realizan las correcciones en el suelo del cabezal de la alcantarilla mencionada y se realizan labores de limpieza tanto en los cabezales como en los filtros. No obstante se opta por realizar el proceso de limpieza de filtros con un equipo de hidro-lavador a presión, puesto que no se puede afectar la integridad del geotextil; además, la utilización del equipo agiliza el proceso, por lo cual no se desperdicia mano de obra.

11.5.4. Adecuación de subbase

El día 15 de abril en horas de la tarde, se realizan los trabajos de adecuación de la subbase en los tramos intermedios de la vía con la ayuda de una moto niveladora Mitsubishi. El material de subbase es traído desde la cantera Conexpe, donde se dosifica material triturado con un ligante fino en proporciones especificadas según el diseño propuesto por el contratista.

Puesto que no se contaba con un operador calificado para el proceso de nivelación de la subbase dicho proceso había sido pospuesto debido a que es un proceso que requiere un manejo adecuado de la cuchilla de nivelación para dar el perfil de la sección transversal de la vía, considerando el bombeo normal y los peraltes presentados en cada una de las curvas; por supuesto, el uso adecuado del equipo requiere varios años de práctica, puesto que muchas veces el proceso de nivelación requiere precisión del orden de milímetros y dicha precisión solo se logra con movimientos muy sutiles de la cuchilla.

Sin embargo en días posteriores se cuenta con la colaboración de un funcionario de la alcaldía municipal de Popayán con muchos años de experiencia en el manejo de moto niveladora, por lo que se realiza el proceso de manera ágil y eficiente, completando varios tramos que estaban atrasados varios días.



*Fig. 20.
Adecuación de la
subbase con la
moto niveladora.*

En abril 16 se completan las obras de excavación y adecuación de los cabezales de entrada y se inician las excavaciones de los cabezales de salida y se continúa sin novedades hasta el día 20 de abril, donde se presenta una interrupción en las obras, debido a la presencia de material inestable en la subrasante de la abscisa 1+320 donde, al realizar un procedimiento de rutina de compactación con el vibrocompactador, se visualiza un acolchonamiento del material de subbase en una porción pequeña, justo al lado de una de las alcantarillas existentes; al realizar la excavación con ayuda de la retroexcavadora de orugas se encuentra con un material inestable y contaminado que provoca acolchonamiento de la capa de subbase y que genera una gran posibilidad de provocar un fallo en las losas de pavimento.



Fig. 21. Material contaminado en la subrasante.

Al realizar una revisión de la excavación, se encuentra que el material se extiende al menos por 12 metros de longitud en todo el ancho de la vía y por lo tanto se debe realizar una adecuación con material de mejoramiento de manera inmediata, puesto que se podría contaminar la subbase presente. Para dicho proceso de adecuación, son necesarios 15 viajes de volquetas de 7 metros cúbicos, todos traídos desde la cantera más cercana.

Esta actividad conlleva el cierre total de la vía debido a que tanto la retroexcavadora de orugas (encargada de la excavación y extensión del material de mejoramiento) como las volquetas (encargadas del transporte del material contaminado a un depósito de disposición final y el transporte del material de mejoramiento desde la cantera a la obra) ocupaban toda la extensión del ancho de vía y bloqueaban el paso al vehículo mezclador, por lo cual se deben posponer las obras de los rellenos del muro y la fundición de alcantarillas en horas de la tarde, puesto que no hay volquetas para el transporte de grava o arena, en caso de realizar las fundiciones de forma manual.



fig. 22. Mejoramiento utilizado para la subrasante.

El día 21 de abril se continúa con las labores de adecuación de la subbase y las excavaciones de los cabezales de salida de la porción final de la vía, es decir las abscisas 1+520 y 1+720; en este punto, la información recogida empieza a recopilarse para realizar la primera acta de obra parcial, entonces se realiza un acercamiento por parte de interventoría y se cotejan los datos recogidos por ambas partes con el fin de solicitar un plazo para la culminación satisfactoria de la obra debido a la existencia de un retraso por condiciones climáticas durante los primeros 2 meses de ejecución.

El 23 de abril se continúan con las labores de adecuación de subbase. Debido a que el funcionario de la alcaldía municipal no puede estar presente, se opta por adelantar el proceso de manera aproximada con el operador del retro cargador; sin embargo, debido a su falta de experiencia con el equipo, el proceso se realiza de manera muy lenta y poco precisa; además, algunos de los sectores intervenidos anteriormente se ven afectados de manera importante, puesto que se desajustan las medidas logradas con anterioridad al mover material de subbase de donde no se tiene que mover, perjudicando el proceso anteriormente realizado por el operador calificado.



Fig. 23a. extensión de material.



Fig. 23b. no se logra uniformidad

No obstante, se realiza una extensión de todo el material necesario. Adicionalmente se realiza un relleno con material de mejoramiento tras una revisión por parte de la comisión de topografía de los niveles esperados y teniendo en cuenta el diseño en perfil de la vía presentado por el ingeniero, dicho material de mejoramiento consiste en un agregado de gradación gruesa y con un porcentaje menor de finos que la subbase. Este material se acopia en las áreas donde el terraplén supera los 45 cm de espesor respecto a la superficie de rodadura, puesto que el diseño determinó que son necesarios 25 cm de subbase y 20 cm de pavimento rígido; de tal forma que al realizar la puesta a ceros de material de subbase, no se utilice mas material del necesario; sin embargo, en algunos sectores puntuales, los rellenos superan 1m de espesor, por tanto se debe asignar una cuadrilla auxiliar para ayudar a poner material. Durante el proceso, se supervisa personalmente el avance de puesta de material; con ayuda del topógrafo, y gracias a las estacas puestas anteriormente se puede visualizar el recorrido y peraltado de la vía sin necesidad de realizar un levantamiento preciso cada vez que se requiera cambiar alguna medida.



Fig. 24. Se revisan los niveles de la subbase.

El 25 de abril, se vuelve a contar con la colaboración de un operador calificado de moto niveladora, quien termina el tramo intervenido durante los días anteriores en donde no se había podido lograr un avance significativo, dejándolo listo para agregar la humedad necesaria y compactar con el vibrocompactador.

El proceso para agregar humedad se realiza con la ayuda de una de las volquetas de capacidad de 15 metros cúbicos, a la cual se le han agregado 4 tanques de agua de 1 metro cúbico cada una y un sistema de irrigación con mangueras y tubos de pvc perforados con taladro, de tal forma que permita humedecer un carril por vez, por lo cual se calculan la necesidad de 2 recorridos por carril para agregar la humedad de compactación necesaria para lograr la densidad máxima.

Cabe aclarar que dicho proceso de irrigación y humedecimiento del material únicamente es necesario después de tener los niveles de subbase claramente revisados y al momento de realizar la compactación de la capa intervenida, con ayuda del vibrocompactador Dynapac de capacidad de 7 toneladas; la compactación se realiza en pasadas lentas y a velocidad constante.



fig. 25. Se realiza el proceso de irrigación con ayuda de un carro tanque.

El día 27 de abril se presenta un problema en los sectores en donde se habían realizado los procesos de nivelación y compactación los días anteriores; debido a un error de medición por parte del topógrafo, se pone en evidencia que no se cumple el ancho reglamentario de vía de 6 metros más 20 centímetros a cada lado para asegurar la colocación de formaletas, por lo que es necesario realizar excavaciones adicionales a los lados del ancho de diseño; estas excavaciones deben realizarse de manera manual, debido a que son sectores pequeños y demasiado puntuales y las excavadoras mecánicas podrían afectar los niveles de subbase del sector intervenido, adicionalmente podrían contaminar la subbase con material arcilloso. Además, es necesario re-compactar y re-nivelar sectores de la vía, lo cual implica maquinaria, como el mini cargador que colabore en el transporte de subbase desde los puntos de acopio de material y mano de obra que debe ser tomada de otras cuadrillas, lo cual retrasa los procesos de fundición y excavaciones adicionales de cabezales de salida adelantadas en los demás sectores de la vía.



Fig. 26. Se realizan ajustes al ancho de vía por errores de medición

El 28 de abril se continúa con la adecuación de la subbase; sin embargo, no se cuenta con ayuda de un operador calificado, puesto que el operador solicitado para trabajo tuvo un retraso en su itinerario de viaje y no puede llegar. Adicionalmente, el operador del retro cargador se encuentra en labores de excavación y adecuación para suplir los retrasos de las excavaciones de los cabezales de salida presentados en días anteriores por la presencia de material contaminado, por tanto se adelantan labores de fundición y excavaciones de los cabezales de salida restantes.



Fig. 27. Terminación del muro de contención #1

El 29 de abril se completan las obras de relleno del muro de contención ubicado en la abscisa 0+630 con ayuda de la retroexcavadora de orugas, con la cual se realiza el relleno con material arcilloso y se compacta con un vibrocompactador manual, para proporcionar impermeabilidad, con lo cual se termina dicho muro en su totalidad y se destina la cuadrilla para dos alcantarillas nuevas que fueron aprobadas esa misma mañana, realizándose la excavación de manera inmediata, con ayuda de la misma retroexcavadora, bajo la aprobación de interventoría y el visto bueno del ingeniero residente.



Fig. 28. Continúan las labores de los cabezales de alcantarillas



Fig. 29. Se realiza nivelación del terreno con un operador calificado

De la misma forma, en ese día llega un operador calificado para la moto niveladora desde Buenaventura, el cual realiza las labores de adecuación de material desde la abscisa 0+950 hasta la abscisa 1+300, dejando listo el material para compactación; sin embargo, el proceso de compactación debe esperar, puesto que el operador de planta del vibrocompactador es despedido por sanciones por incumplimiento de horas, por lo tanto, se recurre a un reemplazo temporal con un vibrador Ingersoll de capacidad de 10 toneladas; debido a que tiene mayor capacidad, se deben realizar menos pasadas para lograr la densidad esperada.



Fig. 30. Proceso de compactación de la subbase.

Durante los días del 30 de abril hasta el 5 de mayo se continúa con las labores de adecuación de terreno y fundición de cabezales de manera normal; se contrata un operador para el vibrocompactador y se realiza el proceso de compactación del material, además se contrata un camión dedicado exclusivamente a la labor de proporcionar agua, tanto para la planta productora de concreto como para la compactación del suelo.

11.5.5. Fundición de pavimento rígido.

11.5.5.1. Tramo de prueba.

El día 5 de mayo se realiza la preparación del terreno para el tramo de prueba de pavimento rígido, siguiendo las recomendaciones del Ingeniero Javier Castro, quien es el encargado de la coordinación de las fundiciones debido a su experiencia en este proceso constructivo.

Para este proceso se empieza dando la autorización para realizar los ensayos de densidad para el tramo tras una revisión de condiciones de compactación por parte de la comisión de interventoría, en donde se evidencie que se tiene buena densidad, que no haya acolchonamiento importante de material en ninguna parte del tramo, que no haya ninguna huella o grieta en el tramo y que los niveles de la subbase sean los estipulados por el diseño de la sección transversal; los ensayos de densidad se realizan por el método de cono de arena y se saca humedad por el método “quickie”

Este es Un método químico, que se basa en el uso del carburo de calcio como reactivo, donde una cantidad dada de humedad reaccionará con el carburo de calcio, para producir un volumen específico de gas (acetileno). La presión del gas se lee sobre un manómetro situado en un extremo del recipiente a presión, para que se lea en porcentaje la humedad, referido al peso de la muestra en húmedo. Además, al mismo tiempo se trabaja con la comisión de topografía, la cual se encarga de realizar la ubicación del tramo dando línea en el eje de la vía previamente replanteado para poder colocar la formaleta.



Fig. 31. preparaciones del tramo de prueba y ensayos iniciales de formaletas.

Para la formaleta se utilizan perlines de 20 cm perforados para su anclaje al suelo, de una longitud de 1.5 m; también es necesario realizar las formaletas de cierre, consistentes en 2 formaletas regulares, pegadas de tal forma que tengan una longitud de 3 m y con perforaciones para permitir el paso de los aceros de transferencia también conocidos como pasadores. Dichos aceros se colocan en armaduras de $\frac{1}{4}$ " soldados de tal forma que permitan el movimiento de los mismos y se colocan para facilitar la transferencia de cargas por dilatación del material.



fig. 32a. ensayos realizados al suelo



fig.32b. Método de cono de arena.

Para el tramo de prueba se utiliza cemento Argos estructural, a diferencia de las fundiciones anteriores, en donde se utilizaba cemento Tequendama; el cemento Argos proporciona mayores resistencias con la misma cantidad, por lo que se puede optimizar el costo de producción del concreto, disminuyendo la cantidad de cemento utilizada; de la misma forma, se realiza la fundición con ayuda del carro mezclador, lo cual garantiza un buen control de la relación agua cemento, celeridad en el proceso de fundición y adecuada manejabilidad del material; subsecuentemente, se realizan muestras de concreto de las losas de prueba para ser ensayaos a los 3 días.

11.5.5.2. Fundición de losas de pavimento rígido.

El proceso de fundición de las losas de pavimento rígido es uno de los procesos fundamentales en la obra desarrollada; es la culminación de todos los procesos de preparación de material de subrasante y subbase, adecuación del manejo de aguas mediante obras de desagüe y filtros y estructuras de contención de tierra; todos los procesos anteriores se llevan a cabo con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de las losas instaladas.

Para la fundición de las losas, se comienza con la revisión de la densidad del material de subbase, para lo cual se comunica con un Geotecnólogo quien envía un equipo encargado de realizar ensayos de densidad, más específicamente el ensayo de cono de arena acompañado de ensayo quickie para humedad; los ensayos de densidad se realizan con el fin de asegurar que haya una superficie estable e inerte en la cual se apoye la losa.

A continuación se procede con una ubicación adecuada del eje de vía mediante un replanteo del mismo por parte de la comisión de topografía; debido a condiciones de circulación de vehículos de transporte de materiales como subbase, arena y grava y transporte de herramientas para acabados de las losas, se opta por realizar la fundición carril por carril, por lo que se materializa el eje y uno de los lados de la vía y se colocan marcas en cada abscisa mediante tapas de gaseosa clavadas al piso, que no sean fáciles de retirar por la maquinaria o el paso de la cuadrilla de obreros encargada de las fundiciones.

Posteriormente se realiza la colocación de las formaletas, las cuales deben ser preparadas previamente para asegurar su anclaje en el suelo; para asegurar su estabilidad, se sueldan pestañas de acero delgadas en 3 puntos de apoyo de la formaleta, perforadas de tal forma que permitan el paso de aceros de $\frac{1}{2}$ " con los cuales se aseguran a la superficie.



fig. 33. Preparación de formaletas con láminas de acero perforadas.

Se colocan las formaletas, se alinean con ayuda de las guías dejadas por la comisión de topografía y se aseguran al suelo con ayuda de varillas de 0.8 m de longitud clavadas con ayuda de macetas, adicionalmente se verifica que las formaletas estén en línea con el suelo y que no estén desviadas o curvadas, en caso de que sea así, se realiza una reparación rápida mediante golpes de maceta y una guía de acero.

Adicionalmente, se organizan las formaletas de cierre de tramo, corrigiendo los errores presentados en las formaletas de cierre organizadas para el tramo de prueba, como el diámetro de los orificios para los aceros de transferencia, además de bisagras para facilitar el desencofrado de las losas.

Una vez colocadas las formaletas hay que organizar los armazones auxiliares para los aceros de transferencia, los cuales consisten en varillas lisas de 0.85 metros de longitud y de 1 y ½" de diámetro, necesarias para transferir las cargas de losa a losa. Por lo cual deben estar soldadas de tal forma que permitan libertad de movimiento en el sentido de avance de los vehículos; adicionalmente deben estar debidamente lubricadas para no interferir con las formaletas de cierre. Al momento de realizar la fundición, los aceros de transferencia deben estar organizados cerca a la vía, de tal forma que no interfieran con el recorrido del vehículo mezclador.



Fig.34. armaduras de aceros de transferencia.

Posteriormente se procede a realizar la fundición de las losas de pavimento:

Primero, se humedece la superficie de fundición, con ayuda de mangueras conectadas a la red de acueducto local o con las mangueras del vehículo mezclador, de tal forma que la superficie no absorba el agua de la mezcla de concreto.

A continuación, se realiza el vaciado de la mezcla de concreto desde el carro mezclador, en intervalos cortos de tal forma que pueda extenderse en todo el ancho de la calzada mediante una pala; debido a esto, la mezcla proporcionada debe tener la manejabilidad adecuada para facilitar el proceso y realizarlo rápidamente, evitando de esta forma que la mezcla se seque antes de realizar el proceso de nivelado.

Después, se realiza el vibrado de la mezcla, con ayuda de un rodillo vibratorio de concreto, asegurando uniformidad en la mezcla y evitando la formación de hormigueros en las losas de concreto y segregación, los cuales podrían afectar la resistencia de las losas de manera considerable; adicionalmente al realizar el proceso de vibrado con la regla, se enrasa la superficie de la losa quitando cualquier sobrante de concreto que hubiera podido quedar al momento de su extensión.



Fig. 35. Fundición y vibrado de las losas de concreto.

Después de realizar el proceso de vibrado, se efectúan los terminados de las losas con ayuda de las escobillas o platachos, las cuales son herramientas usadas para obtener la textura superficial rugosa necesaria para la superficie de rodadura; estas herramientas consisten en cepillos anchos de cerda metálica o nylon provistos de mangos largos o extensibles, para alcanzar todos los rincones de la losa y se deslizan transversal o longitudinalmente sobre toda la superficie donde se realiza el acabado de la losa.

Para facilitar el proceso del acabado se utiliza Eucobar, el cual es un producto diseñado para ser usado como retardante de evaporación en todo tipo de superficies de concreto; por lo cual mantiene la fluidez superficial de las losas, permitiendo realizar los acabados con mayor precisión.

Finalmente, se realizan los cortes de las losas mediante una cortadora de gasolina de disco metálico para concreto, en los sitios donde se realiza la junta de cada una de las losas; este proceso se lleva a cabo después de 5 horas de la fundición, cuando el fraguado inicial se ha completado y las grietas por temperatura se empiezan a formar. Los cortes se producen de tal forma que la grieta por temperatura siga un patrón que no comprometa la integridad estructural de la losa o permita el paso de agua. Posteriormente, los cortes se sellan con plástico caliente.



Fig. 36a. Se realizan los cortes de las losas. La línea roja señala el lugar en donde se realiza el corte.



Fig. 36b. fisura controlada en la losa de concreto.



Fig. 36c. aplicación del plástico de sellado.

11.6. TRABAJO EN LA PLANTA PRODUCTORA DE CONCRETO.

Posteriormente se le solicita al pasante su colaboración en el proceso de la planta productora como coordinador de la misma, además de administrar el personal y realizar ensayos periódicos de calidad del concreto producido, evaluación de los materiales y dosificación de las mezclas de concreto necesarias.



Fig. 37. Ubicación de la planta productora de concreto.

La planta productora en la cual se va a trabajar es una planta de concreto de mezclado central, en la cual la mezcla de concreto se realiza en el tambor mezclador de la planta; adicionalmente, es una planta central de bachadas puesto que el tambor descarga el concreto preparado directamente en el vehículo mezclador. Es ventajoso el uso de la planta productora puesto que se tiene un control más preciso de la dosificación de la grava y la arena, pero más importante, se realiza un control más estricto del agua, conservando la relación agua-cemento y asegurando una resistencia óptima de la mezcla.



Fig. 38. Planta productora de concreto.

Para los procesos de fabricación, curado y transporte del concreto producido en la planta, se utilizan diferentes aditivos de concreto, dependiendo de las condiciones particulares de cada día y el efecto que se desea en la mezcla; por ejemplo, para evitar aumentar el contenido de agua se utiliza el aditivo Sikaf fluid el cual permite la obtención de mezclas fluidas sin el empleo de agua en exceso, además mejora las resistencias a todas las edades y disminuye la permeabilidad de la mezcla de concreto. Para prever eventualidades durante el transporte de concreto se proporciona aditivo retardante Plastiment TM20 a los operadores de los vehículos mezcladores, debido a su capacidad de prolongar el tiempo de fraguado de la mezcla con una pequeña cantidad del mismo.

A partir del 8 de mayo se inicia la labor de administración de la planta productora, para lo cual se realizan los listados de personal y se organizan los formatos de horas extras, adicionalmente, el pasante realiza un programa en Visual Basic para controlar la cantidad de concreto diaria que sale de la planta, además de llevar un control de las horas de salida y llegada de los viajes de concreto.

Durante esa etapa se realizan los primeros ensayos de calidad del concreto, se reciben moldes de ensayo nuevos para muestras de resistencia a la compresión, modulo de rotura y control de asentamientos por cono de slump; dichos ensayos se realizan teniendo en cuenta las normas de laboratorio INV-E mostradas en las siguientes tablas:

CILINDROS		
Diámetro del cilindro en mm (pulgadas)	Diámetro de varilla en mm (pulgadas)	Número de golpes por capa
50 (2) a <150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75
VIGAS Y PRISMAS		
Área de la superficie superior de la muestra en cm ² (pulgada ²)	Diámetro de varilla en mm (pulgada)	Número de golpes por capa
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 (26) a 310 (49)	10 (3/8)	1 por cada 7 cm ² (1 pulg ²) de área
320 (50) ó más	16 (5/8)	1 por cada 14 cm ² (2 pul ²) de área

Tabla 1a. numero de golpes por capa para muestras de concreto

Tipo y tamaño del espécimen	Método de consolidación	Número de capas de aproximadamente igual espesor
Cilindros:		
Diámetro, mm (pul)		
75 a 100 (3 a 4)	apisonado	2
150 (6)	apisonado	3
225 (9)	apisonado	4
hasta 225 (9)	vibración	2
Prismas y cilindros para Creep horizontal		
espesor, mm (pul)		
hasta 200 (8)	apisonado	2
más de 200 (8)	apisonado	3 o más
hasta 200 (8)	vibración	1
más de 200 (8)	vibración	2 o más

Tabla 1b. Número de capas según dimensiones del molde de ensayo.

Se inicia con las muestras para resistencia a la compresión, consistentes en cilindros de diámetro de 150 mm, por lo cual se toman las muestras en 2 capas y se dan 25 golpes a cada capa con el pisón. Sin embargo, los ensayos decisivos son los realizados para el modulo de rotura de la mezcla, puesto que los pavimentos rígidos se evalúan teniendo en cuenta su resistencia a esfuerzos de tracción; en este caso, las muestras tomadas son de 15 cm de espesor por 15 cm de ancho y 65 cm de longitud, por lo cual se realizan en dos capas y se aplican 25 golpes a cada capa.

Al realizar los ensayos se observa en los resultados entregados por el laboratorio resistencias muy por encima de lo esperado, por lo cual se inicia con el proceso de formateado y fundición de los tramos de pavimento rígido. Para realizar la fundición se contrata una cuadrilla de obreros con una cantidad considerable de experiencia en trabajo de vías, tanto urbanas como intermunicipales, quienes agilizan el proceso de colocación de formaletas y tienen instrucción previa del correcto uso de los equipos para terminado de las losas.

Tras una breve introducción de la nueva cuadrilla, se toman los datos personales de los empleados para realizar su vinculación a la empresa y su control de asistencia y se consolida una línea de comunicación directa con el jefe de cuadrilla con el fin de facilitar los procesos de solicitud de materiales necesarios en la fundición o informar cualquier eventualidad que pueda suceder; después, se procede a realizar la entrega de los equipos de protección necesarios para el trabajo, es decir: guantes, cascos, botas de seguridad y tapabocas, realizando un registro claro en los rótulos de cada empleado.

Para procesos de fundición posteriores es necesaria la adecuación de la planta de concreto funcional y completa, por lo cual se necesitan grandes cantidades de cemento. Dicho cemento debe ser dosificado en cantidades muy grandes, del orden de 80 toneladas por días, tales cantidades son tan grandes que no pueden ser manejadas en bultos sin sacrificar rendimiento en el proceso, de tal forma que se realiza la instalación de un silo distribuidor de cemento para la planta procesadora de concreto, con capacidad para 35 toneladas. El silo agiliza la dosificación de cemento y reduce la mano de obra necesaria para el funcionamiento de la planta.



Fig. 39. Silo de cemento conectado a la planta

En fechas posteriores, se organiza la maquinaria y la mano de obra en la planta para realizar un trabajo secuencial para la carga de concreto en el carro mezclador; adicionalmente se opta por alquilar un segundo carro mezclador, debido a que se estudia el ciclo de trabajo de un solo carro mezclador calculando que el tiempo de espera es muy largo entre ciclos, por lo cual se puede organizar un segundo ciclo de carga.

Por solicitud del ingeniero residente de obra, se organiza el envío de aceros para losas reforzadas puesto que se espera realizar la fundición de un tramo que requiere refuerzo debido a los esfuerzos transversales, por lo cual se capacita a un ayudante para el corte de los aceros mediante una cortadora manual de disco de 12", quien la realiza de esa fecha en adelante; llegando a cortar un promedio de 600 piezas de acero por día.

En los días posteriores se organiza un plan de trabajo que conlleve a la fundición de 100 m³ de concreto al día, por lo que se empieza el proceso muy temprano en la mañana, a las 2:30 am; tanto en la planta como en la obra. En el sitio de obra se comienza con la colocación de las formaletas y su anclaje, organización de elementos para terminados y llenado de combustible de maquinaria. En la planta se realiza el mantenimiento regular de la misma, mantenimiento de rutina de los vehículos mezcladores, llenado de tanques de agua y suministro de grava y arena en los dosificadores de la planta; posteriormente se comienza con el ciclo de carga de los vehículos mezcladores.



Fig. 40. Preparación de herramientas para terminados.

Se organizan muestras de concreto con intervalos regulares durante estos días, llevando un registro detallado que incluya la dosificación utilizada para cada muestra, y dejando registro de cuándo deben ser realizados los ensayos. De la misma forma se lleva una comunicación directa con el laboratorio que realiza los ensayos en caso de que haya datos atípicos. Para el curado de las muestras, se opta por reciclar tanques de almacenamiento cortándolos a la mitad y llenando dichas mitades con agua.



Fig. 41. Se realizan ensayos de concreto

Fecha	muestras	Resultados		
		1º ensayo	2º ensayo	3º ensayo
may-06	4 vigas	41.8	43,0	52
may-14	3 cilindros	315	373.8	420
	4 vigas	39.8	42.7	
may-20	6 vigas	39.9	39.8	
	1 cilindro	315	41.2	
may-22	4 vigas	41.6	45.7	
may-28	4 vigas	39.9	41.8	
	4 cilindros	250	290	310
jun-02	4 cilindros	170	195	
	2vigas	40	45.5	52
jun-05	4 vigas	37.5	44.9	
jun-11	4 vigas	34.4	43.5	
jun-01	4 vigas	33.7	40	42

Tabla 3. Resultados de algunos ensayos de concreto.

Durante el proceso de fundición se realiza el pedido de los aditivos fluidificantes y retardantes; debido a la gran cantidad de concreto preparado diariamente, se opta por facturar los aditivos en tambores de 60 lts. Sin embargo, debido a que la dosificación recomendada del aditivo fluidificante cambia según las condiciones climáticas presentadas, se debe tener cuidado al realizar los pedidos del aditivo; adicionalmente, se deben realizar los pedidos de agregado y arena con un tiempo anticipado, debido a que las fuentes utilizadas quedan retiradas de la ciudad y solo se despacha una cierta cantidad cada vez. De la misma forma, se lleva un registro de los pedidos de cemento, de los cuales llega un porcentaje en forma de sacos de 42.5 kg y otra parte en cemento a granel bombeado al silo.

El 15 de mayo, se autoriza la construcción del segundo muro de contención en la abscisa 1+015 por lo cual hay que solicitar el material para la construcción del mismo, además de asignar una cuadrilla para este trabajo. Posteriormente, el día 19 de mayo se inicia el proceso de excavación para el muro y se reciben los datos de la nueva cuadrilla, especializada en obras de contención, quienes realizan la solicitud de material adicional; puesto que es necesaria la construcción de pilotes para la fundación del muro por las condiciones del terreno.



Fig.42. se realiza el segundo muro de contención.

Durante el 20 de mayo se continúa con labores de fundición; sin embargo, las excavaciones deben ser interrumpidas debido a que el sitio de disposición de residuos presenta un problema con las licencias sanitarias, por lo tanto, se opta por otro botadero un poco mas retirado de la ciudad, lo cual retrasa el proceso de excavación.

El 22 de mayo se reciben los resultados de los ensayos de concreto y tras un estudio y procesamiento de los datos se opta por reducir la cantidad de cemento por metro cubico de concreto, por lo cual se realiza una dosificación ajustada, teniendo en cuenta las recomendaciones del laboratorio y el seguimiento por parte del ingeniero residente de obra; a dicha dosificación se le toman muestras para ser ensayadas durante los próximos días.

Durante los próximos días se continúa con el proceso de fundición hasta el día 26 de mayo; debido a que se realiza la fundición de las losas de la abscisa 0+600, el acceso debe realizarse por la entrada de la iglesia de Belén, lo cual aumenta el tiempo de cada ciclo de los vehículos mezcladores de media hora a una hora y media, por lo que se realizan menos viajes.



Fig. 43. Fundición de losas y cunetas de concreto.

El día 28 de mayo se realiza la dosificación para el concreto que será utilizado para las cunetas, entradas y rampas; se realizan variaciones de la dosificación para determinar cuál es la solución más eficiente y se realizan muestras de cada una para su posterior ensayo. De la misma forma, el día 4 de junio se realizan los estudios para una nueva dosificación para el concreto de las losas, puesto que, de nuevo, los ensayos arrojan resultados superiores a los esperados, propiciando un ahorro importante en cemento.

El proceso continua de manera regular; sin embargo, el rendimiento de fundición esperado se ve afectado por el desarrollo de otras obras de la compañía en donde también es necesario enviar concreto premezclado en cantidades menores, lo cual retrasa el proceso de fundición de las losas. Además, se debe tener un suministro

de aditivo retardante en los vehículos mezcladores para evitar la formación de junta fría cuando se afecten los ciclos de fundición.

Durante el día 6 de junio se visualizan problemas con el vehículo mezclador alquilado, puesto que es un equipo muy antiguo y que su operador es descuidado con su limpieza; se empiezan a evidenciar problemas con la mezcla, puesto que se nota una segregación importante de material, además de presentar asentamientos muy pequeños. Se realizan análisis cualitativos, comparando con la mezcla presentada en el otro vehículo y se concluye que el problema está en el tambor mezclador, el cual, además de estar desbalanceado, tiene una capa importante de concreto residual el cual absorbe el agua de la mezcla fresca y afecta su manejabilidad. Debido a esto, se recomienda realizar un mantenimiento riguroso al vehículo, puesto que hubo sectores de la vía que se vieron afectados por la mezcla defectuosa, resultando en fisuras importantes en las losas de concreto.



Fig. 44. Tramos de pavimento transitables

El día 9 de junio se realizan los procesos de fundición normalmente; tras un proceso de limpieza preventiva del mixer de alquiler, se continua trabajando con el mismo, sin embargo aun existen problemas de segregación de la mezcla, por lo cual existe un desperdicio importante de concreto; no obstante, se observa buen rendimiento en el proceso de fundición, por lo cual se da un reconocimiento tanto a la cuadrilla encargada del proceso constructivo del pavimento, como a los empleados encargados de la planta productora.

El día 10 de junio, se presentan daños en el mixer azul, puesto que una de las llantas delanteras en horas de la mañana sufre una avería; por lo tanto se realiza el cambio por la llanta de repuesto y se realiza un viaje de concreto. Sin embargo,

durante este viaje se presenta un daño en una de las llantas traseras, por lo cual debe interrumpirse la operación por el resto del día por reparaciones a las 2 llantas.

El día 11 de junio, interventoría realiza una visita a la planta, se realiza acompañamiento de los procesos de la planta y se hace un llamado de atención al pasante por el estado del vehículo mezclador, puesto que se pone en evidencia el descuido por parte del operador del mismo; el pasante recomienda al operador y al ingeniero residente realizar una operación de limpieza y mantenimiento riguroso al vehículo, por lo que se opta no utilizarlo para las fundiciones del día siguiente.



Fig. 45. Se utiliza el mini cargador para alimentar la planta productora

Los días 12 y 13 de junio se realiza mantenimiento del vehículo mezclador, el cual consiste en realizar una limpieza con un martillo neumático para retirar la capa de concreto residual presente en el mismo; sorprendentemente, se observa que existe una gran cantidad de residuos dentro de la olla mezcladora, equivalentes a 1 metro cúbico de concreto seco, lo cual estaba afectando los rodillos y causando un desbalance importante en la olla mezcladora, que, en consecuencia, propiciaba la segregación de los materiales.

Durante los días 16, 17 y 18 se realizan los procesos de fundición de manera normal. Gracias al proceso de limpieza y adecuación adelantado en el vehículo mezclador se puede aumentar la capacidad del mismo, aumentando la productividad de cada ciclo de fundición. Debido al aumento de volumen de producción, es necesario utilizar cemento en sacos para cubrir la demanda, por lo

cual es necesaria la ayuda de dos obreros encargados de la descarga de cemento en la tolva de dosificación y el transporte de los sacos a la planta.

El día 19 de junio se reciben los resultados de los ensayos de concreto realizados con diferentes dosificaciones de materiales y se opta por la dosificación mas balanceada en términos de cantidad de cemento vs resistencia; esto implica un ahorro importante, debido al volumen de material utilizado. No obstante, la aplicación de la nueva dosificación debe ser autorizada por interventoría, por lo cual se deben socializar los ensayos con el inspector de interventoría, quien, después de ver los ensayos, realiza el registro en bitácora y autoriza la aplicación.



Fig.46. continúa la fundición del pavimento rígido.

El día 22 de junio se realiza la entrega de equipos de protección de los empleados de la planta; cabe aclarar que dicha dotación fue solicitada con meses de anterioridad y en el momento en el que fueron recibidas no eran necesarias. Al mismo tiempo, se empieza la fundición de cunetas y bordillos en los sectores donde se ha alcanzado la resistencia necesaria en las losas de concreto, para lo cual se destinan las cuadrillas previamente encargadas de los cabezales de entrada y salida de las alcantarillas.

El día 23 de junio, se realiza el proceso de los filtros para el muro de contención número 2, por lo cual hay que realizar un despacho de material desde la planta; se realiza acompañamiento y se toma un registro fotográfico. El 24 de junio se interrumpen las labores en el muro y se dedican todos los esfuerzos a la realización de cunetas, con el fin de adelantar dicha labor antes de las visitas del supervisor de INVIAS; puesto que el avance en el pavimento rígido fue excelente, la visita es un éxito, no obstante, se realizan recomendaciones respecto a limpieza y acabados, además de manejo de combustibles.

El día 26 de junio, surge un retraso en la fundición, debido a retenes de la policía de carreteras, sin embargo, se continúan labores tras una solicitud de permisos realizada por el ingeniero residente; los días posteriores se continúan labores de fundición normalmente tras un acuerdo con la policía de carreteras. Cabe aclarar el ritmo de producción de concreto disminuye considerablemente debido a que las fundiciones están llegando a su cierre; por lo tanto se realizan únicamente 3 o 4 viajes de concreto al día.



Fig.47. muro de contención #2 terminado

El día 29 de junio, el vehículo mezclador propiedad de la empresa es alquilado para labores de fundición en Coconuco, Cauca; adicionalmente, el mixer de alquiler se encuentra en revisión periódica; por lo tanto, se contratan 2 vehículos de la empresa Concreinsa por el día, para realizar la labor de fundición de cunetas. Dichos vehículos requieren una revisión rigurosa de combustible antes y después del día laborado, además de precisión en sus horas de carga y despacho, con el fin de presentar un informe de costos a la empresa y sacar el mayor provecho que se pueda de los mismos. El pasante es encargado de revisar y dejar registros de los viajes, combustibles y suministros entregados a los vehículos.

11.7. RECTA FINAL.

En el 1º de Julio, se realiza la recta final de fundiciones de losas de concreto, con la ayuda de un carro mezclador de alquiler. Adicionalmente se realizan las labores finales de adecuación, encofrado y fundición de cunetas restantes y accesos vehiculares y peatonales durante la semana.

Por otra parte, se le asigna al pasante la función de informar a los empleados y cuadrillas que han terminado labores de obra, su desvinculación de la empresa, además de los planes de liquidación y formas de pago de los días laborados y reconocimientos por horas extras. El pasante debe dejar registro de los empleados desvinculados, recibir los elementos de seguridad que fueron entregados a cada uno y firmar los paz y salvos correspondientes a entrega de herramientas suministradas por parte de la empresa.

Adicionalmente, el pasante realiza informes de balances de material, comparando la cantidad utilizada durante los diferentes procesos de fundición con las facturas entregadas por las ferreterías o canteras responsables de la venta de los mismos; se realiza un recuento de los viajes de grava y arena realizados por cada una de las volquetas a la obra, teniendo en cuenta la cantidad transportada en cada viaje; además, se realiza un listado de los viajes traídos desde las canteras y resultados de ensayos; para corroborar con las actas parciales y tener un soporte claro y preciso al momento de solicitar las actas finales de obra.



Fig. 48. Terminados de cunetas y entradas.

Posteriormente se realizan labores de oficina, necesarias para la consolidación de las actas finales de obra, la realización de balances de presupuesto y los paz y salvos de obra. El pasante realiza los informes solicitados por el ingeniero Wilmer Chilito, representante legal de la compañía, reuniendo y corroborando datos entregados por el ingeniero residente de obra, los operadores y los maestros encargados de cada una de las actividades necesarias para la rehabilitación de la vía. Dichos informes, incluyen la cantidad total de concreto fundido, además de una distinción entre cuanto de ese concreto fue utilizado en alcantarillas, cuanto en pavimento rígido y cuanto en cunetas; además de las dosificaciones utilizadas para cada una de las mezclas de concreto, acompañadas de los resultados de ensayos entregados por el laboratorio.

Finalmente, se realiza el certificado de horas laboradas del pasante y la socialización con el representante legal de la compañía, el ingeniero Wilmer Chilito, quien agradece al pasante por su colaboración durante el proceso y firma el certificado, finalizando el proceso de pasantía.

12. CONCLUSIONES

La ejecución de una obra de ingeniería civil es un proceso complejo; una sucesión de eventos llevados a cabo de tal forma que se tenga armonía y eficiencia en cada uno de ellos. El proceso implica conocimiento, paciencia y visión, de tal forma que cada etapa sea realizada con el menor número de problemas posibles. Para mí, fue una experiencia llena de sorpresas, muchas de ellas agradables, en el sentido que se observaba una gran relación entre los conocimientos adquiridos y los procesos realizados; sin embargo también había formas alternas de realizar las cosas, procesos que no había visto en las clases. Además de eso, descubrí capacidades que no sabía que tenía, respecto a ciertas facilidades que tuve para visualizar ciertos aspectos de la obra y coordinarlos adecuadamente.

Las obras de ingeniería, ya sean grandes o pequeñas, requieren personal capacitado para realizar todas las funciones asignadas; teniendo en cuenta que hay profesionales especializados en diversas áreas, ya sea por que han tenido educación formal en los procesos o han sido formados empíricamente a través de la experiencia, es necesario entender que cada una de las personas implicadas en el proyecto pueden enseñar o aprender de todos los demás. Por esta razón, durante mi proceso de pasantía, trate de cooperar e involucrarme con cada una de las distintas etapas del desarrollo, preguntando y aprendiendo todo lo posible, sin necesidad de dejar mis deberes como pasante.

Además, también son necesarios profesionales responsables de la coordinación de todo el personal, con el fin de aprovechar los recursos de la mejor manera; dicha labor debe ser realizada por un ingeniero con años de experiencia, capaz de visualizar las diferentes dificultades que puedan presentarse antes de que se presenten. Durante la obra, hubo muchos problemas de coordinación, debido a que el ingeniero inspector de obra se tomaba demasiadas libertades con los procesos constructivos y no prestaba atención a las recomendaciones, por lo cual los procesos se veían frenados durante varios días. En considerables instancias, mi labor consistía en corregir los errores cometidos por el inspector, o coordinar las actividades que no habían sido realizadas por él; eso requirió un proceso de aprendizaje y repaso de los procesos constructivos desarrollados en la obra.

Adicionalmente, mi labor incluía una comunicación directa con el personal, debido a que me fue asignada la función de realizar las nóminas de pago. Esta labor probó ser problemática, puesto que en repetidas ocasiones los empleados no estaban conformes con su pago y daban sus razones para exigir un pago mayor, por lo cual vi la necesidad de realizar una hoja de Excel en la que se visualizara de

manera clara cada uno de los ítems de pago; de esta forma, los empleados podían saber de manera precisa lo que se les pagaba y si se presentaba alguna inconsistencia. Fue difícil lidiar con algunos empleados, ya que nunca estuvieron conformes con el pago recibido y su actitud frente a las aclaraciones realizadas era de desdén; por lo cual, tras la autorización del ingeniero, se desvinculaban inmediatamente de la empresa.

Durante este proceso también aprendí que un ingeniero debe estar capacitado para resolver problemas presentados en el desarrollo de una obra con los recursos que tenga a su disposición, sin disminuir la calidad esperada de los procesos realizados en la misma. Existían ocasiones en las cuales los equipos utilizados estaban en mal estado, o los materiales no tenían la calidad esperada; en estos procesos se requería trabajar con lo que se tuviera y realizar los pasos de tal forma que los materiales se aprovecharan al máximo. De la misma forma, cuando no se contaba con un equipo, era necesario ver una solución que involucrara los equipos disponibles, ya fuera adaptándolos o reemplazando el equipo faltante con uno de menor capacidad. Debido a esto, era necesario estudiar los equipos, ver de qué eran capaces y conocerlos de cerca, además de mantenerse en contacto con los operadores de los mismos para descubrir distintos usos alternativos para cada equipo.

Muchas de las soluciones planteadas requerían el uso de elementos utilizados anteriormente, por lo cual era necesario contar con un buen inventario de materiales y herramientas existentes en bodegas, en otras obras o inclusive dentro de la misma obra; por ejemplo, muchas de las formaletas utilizadas para los pilotes de uno de los muros de contención solían ser formaletas de los tubos para las alcantarillas, pero adaptadas para tener el diámetro necesario. De esta forma se visualiza que todo tiene una utilidad más allá de su uso primario; además, es bueno utilizar las cosas de tal forma que su daño sea mínimo, o al menos, reparable; por esto, muchas veces tenía que recomendarle a los ayudantes que trataran los elementos y las herramientas con más cuidado.

Así mismo, al momento de realizar los ensayos de laboratorio, tuve la necesidad de ser creativo para obtener las herramientas para los mismos; por ejemplo, para fabricar el pisón de acero, tomé una de las varillas existentes en la obra que tenía el diámetro recomendado y la corté a la longitud necesaria, además de pulir una de sus puntas con ayuda de una amoladora. Adicionalmente, diseñé un sistema de tanques de almacenamiento para el curado de las muestras, consistente en cortar a la mitad un par de tanques de agua y adaptar las bases para que soportaran el peso.

Una de las enseñanzas con más peso respecto a la capacidad de adaptación de un ingeniero en la obra surgió debido a mi labor en la coordinación de la planta productora de concreto, en donde no solo manejaba aspectos técnicos, sino también de personal, seguridad industrial, diseño de mezclas, control de calidad, relaciones públicas, entre otras; de esta forma evidencí que un ingeniero encargado de la coordinación de una obra debe ser versátil, hasta el punto de coordinar aspectos muy ajenos al desarrollo de las actividades de construcción, incluso que podrían ser vistas como labores innecesarias, pero que hacen parte integral de la dinámica diaria de los empleados. Muchas veces los detalles más pequeños, cuando no son manejados correctamente pueden convertirse en el punto crítico al momento de realizar una obra de ingeniería.

Durante mi proceso de pasantía una de las lecciones más importantes que recibí fue sobre la relación entre la teoría y la práctica. La teoría es importante para optimizar los procesos constructivos, debido al conocimiento intrínseco que implica cada uno de ellos, su funcionamiento, sus etapas y sus materiales ideales; de la misma forma, es esencial para tener criterio para proponer soluciones a circunstancias desfavorables presentadas durante todas las etapas de una obra. En cambio la práctica implica el entendimiento subjetivo de los procesos, desde un punto de vista más orgánico e inmediato, visualizando los problemas y situaciones desde el ambiente en el que se realiza la obra, y proponiendo soluciones que impliquen el uso de los materiales cercanos o los materiales de menor precio, incluso aquellos equipos y herramientas con los cuales no se trabaja usualmente.

La conjunción de la teoría y la práctica es esencial para el desarrollo de un buen ingeniero, puesto que gracias a esta capacidad de balance entre las diferentes formas de ver el conocimiento, provee soluciones que van más allá del conocimiento empírico y de las limitaciones de la academia, brindando alternativas de bajo costo y buen rendimiento y generando ideas innovadoras para obras futuras, al involucrar lo mejor de ambas disciplinas y aprendiendo de todo lo que observa a su alrededor.

Finalmente, en mi opinión, la mayor cualidad que define a un buen ingeniero es la curiosidad. Muchas de las capacidades y conocimientos que adquirí a lo largo del proceso de pasantía y a lo largo de la carrera fueron consecuencia de que habían conocimientos que llamaban mi atención, actividades que despertaban mi curiosidad y me llamaban a saber más de ellas, a conocer su funcionamiento o las herramientas que eran necesarias para lograrlas. La curiosidad llama al conocimiento y el conocimiento, en todas sus formas, es la herramienta más importante de cualquier ingeniero, sea en una obra, en oficina o incluso en los aspectos de su vida cotidiana.

