INFORME DE PASANTÍA EN EL CONSORCIO VÍAS TUNJUELITO DESTACANDO LA IMPORTANCIA DE TRABAJAR CON LEAN CONSTRUCTION

JESÚS EDUARDO CÁRDENAS CORTES

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES
BOGOTÁ D.C.
2015

INFORME DE PASANTÍA EN EL CONSORCIO VÍAS TUNJUELITO DESTACANDO LA IMPORTANCIA DE TRABAJAR CON LEAN CONSTRUCTION

JESÚS EDUARDO CÁRDENAS CORTES

Código: 20121079001

Proyecto de grado en la modalidad de pasantía para optar por el título de Tecnólogo en construcciones civiles.

Tutor
Ing. Rodrigo Elías Esquivel Ramírez

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES
BOGOTÁ D.C.
2015

Nota de aceptación:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del Jurado

_____

Firma del jurado

TEXTO DE DEDICATORIA

Este es para Dios.

AGRADECIMIENTOS

George R. R. Martin dice que el demonio está en los detalles y trabajos como este están llenos de demonios, agradezco a esos ángeles que me acompañaron en el proceso de construcción y revisión de este trabajo. A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas que me sirvió como hogar académico para mi formación tecnológica, a mis compañeros que en este camino formativo me impulsaron a continuar y a mi familia que nunca dejo de apoyarme.

Un especial agradecimiento para el Consorcio Vías Tunjuelito y a todos sus funcionarios, los cuales me compartieron su conocimiento y experiencia de forma desinteresada y me brindaron la oportunidad de desarrollar este trabajo allí.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 12

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13

3. JUSTIFICACIÓN 14

4. OBJETIVOS 15

4.1 GENERAL 15

4.1 ESPECÍFICOS 15

5. MARCO REFERENCIAL 16

5.1 MARCO GEOGRÁFICO 16

5.1.1 Punto CREA 16

5.1.2 Frente de obra Abraham Lincoln 16

5.1.3 Frente de obra El Carmen 17

5.1.4 Frente Fátima 17

5.1.5 Frente Rincón de Venecia 17

5.1.6 Frente Nuevo Muzú 18

5.1.7 Frente San Carlos 18

5.2 MARCO CONCEPTUAL 19

5.3 MARCO CONTEXTUAL 21

5.4 MARCO TEÓRICO 23

5.4.1 Mantenimiento rutinario 23

5.4.2 Bacheo 28

5.4.3 Rehabilitación 32

5.4.4 Lean Construction 39

6. DESARROLLO DE LA PASANTÍA 46

6.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS 46
6.2 REGISTRO FOTOGRÁFICO 61
6.2.1 Frente El Carmen 61
6.2.2 Frente San Carlos 62
6.2.3 Parques 63
6.2.4 Abraham Lincoln 64

7. RESULTADOS 65
7.1 GENERALES 65
7.2 TABLA DE INCOVENIENTES y SOLUCIONES PLANTEADAS 66

8. CONCLUSIONES 74

9. BIBLIOGRAFÍA 75

10. ANEXOS 77

LISTADO DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Ubicación geográfica Punto CREA……..	16
Imagen 2.Ubicación geográfica frente A. Lincoln……..	16
Imagen 3. Ubicación geográfica frente El Carmen……..	17
Imagen 4.Ubicación geográfica frente Fátima……..	17
Imagen 5. Ubicación geográfica frente Rincón de Venecia……..	17
Imagen 6.Ubicación geográfica frente Nuevo Muzú…..……..	18
Imagen 7.Ubicación geográfica frente San Carlos..…..……...	18
Imagen 8. Señalización de la vía……..	27
Imagen 9. Excavación puntual……..	30
Imagen 10. Pintando la vía……	31
Imagen 11. Señal vertical……..	38
Imagen 12. Señal horizontal……..	38
Imagen 13. Ciclo PHVA……..	41
Imagen 14. Plan para medición de perdidas……..	43
Imagen 15. Alianzas con proveedores…….....	44

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Foto 1. Cerramiento realizado durante mantenimiento rutinario……... 24
Foto 2. Fresadora……..…….. 25
Foto 3. Fresadora funcionando y volqueta…..……... 25
Foto 4. Riego de imprimación……...…….. 26
Foto 5. Terreno imprimado……... 26
Foto 6. Finisher…….. 27
Foto 7. Comisión de la asfaltera…….. 27
Foto 8. Compactación de la carpeta asfáltica…… 27
Foto 9. Irrigación de la carpeta asfáltica……. 27
Foto 10. Cerramiento preventivo……..…….. 29
Foto 11. Fresado y transporte de escombro……..……... 29
Foto 12. Carrotanque con irrigador……..…….. 30
Foto 13. Comisión de asfaltado y finisher……..……... 31
Foto 14. Toma de temperatura del asfalto al aplicarse la capa…….. 31
Foto 15. Actas de vecindad……..……..... 33
Foto 16. Pasante haciendo actas de vecindad…….. 33
Foto 17. Escombros de la carpeta asfáltica retirada…… 33
Foto 18. Retiro de la carpeta asfáltica…… 33
Foto 19. Retiro de material hacia la volqueta…… 34
Foto 20. Excavación de la caja de la vía…… 34
Foto 21. Excavación para localizar la tubería…… 34
Foto 22. Instalación de tubería nueva……. 35
Foto 23. Atraque de tubería nueva…….. 35
Foto 24. Construcción de pozo…… 35
Foto 25. Fundida de sumidero……. 35
Foto 26. Lleno de excavación para tubería…… 36
Foto 27. Compactación de relleno……... 36
Foto 28. Aplicación capa base……. 36
Foto 29. Compactación capa base…….. 36
Foto 30. Disposición de sardinel en obra……... 37
Foto 31. Instalación de sardinel……... 37
Foto 32. Demolición de andenes…….…... 38
Foto 33. Fundida de andenes…….. 38
Foto 34. Frente El Carmen…… 60
Foto 35. Excavación para pozo…… 60
Foto 36. Pasante en el frente de obra……. 60
Foto 37. Excavación para tubería…… 60
Foto 38. Atraque de tubería en obra El Carmen .....…….. 61
Foto 39. Lleno de excavaciones…….. 61
Foto 40. Descarga de base B-200……..… 61
Foto 41. Compactación de base B-200…….. 61
Foto 42. Excavación para tubería…… 61

Foto 43. Instalación de tubería……. 61
Foto 44. Instalación de sardinel……... 62
Foto 45. Compactación de base…….. 62
Foto 46. Asfaltada del frente……. 62
Foto 47. Frente intervenido……... 62
Foto 48. Compactación de base de anden…… 62
Foto 49. Intervención en reja de parque……. 62
Foto 50.Ubicación geográfica frente A. Lincoln…… 63
Foto 51. Parque intervenido……. 63
Foto 52. Frente fresado……. 63
Foto 53. Excavación de la caja de la vía…… 63
Foto 54. Descargue de tapas……... 63
Foto 55. Sumidero…….. 63

LISTADO DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Tabla para prueba de los 5 minutos……..……... 45
Tabla 2. Actividades realizadas en obra……..……..…….. 47
Tabla 3. Inconvenientes y soluciones planteadas……. 65

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de una ciudad en constante crecimiento como Bogotá, en la cual la población diariamente se moviliza es imprescindible contar con un sistema de transporte óptimo y funcional, el cual opere bajo las condiciones de seguridad adecuadas. Dentro de estas condiciones de seguridad se encuentra el estado de la malla vial, el cual es un componente primario en los temas referidos a movilidad.

Estas vías que componen la malla vial tienden a deteriorarse con el paso de los años y es deber de cada alcaldía velar por su mantenimiento, es en este punto donde la alcaldía delega distintas empresas o consorcios con el fin de que administren el mantenimiento en dichos tramos que lo requieran. Estos mantenimientos son supervisados por la interventoría la cual se encarga de supervisar y controlar el desarrollo en cada una de las obras realizadas, desde el aspecto económico, administrativo y constructivo.

En este documento se recopilan una serie de intervenciones realizadas en la localidad de Tunjuelito bajo la administración del Consorcio Vías Tunjuelito y supervisadas por el Consorcio Interventoría Vial. A lo largo del documento se detallaran los procedimientos realizados y se evidenciara el soporte fotográfico que se fue llevando a lo largo de las intervenciones. Se observarán los procedimientos y actividades que se realizaron por día mientras se realizó la pasantía. Se identificarán los diferentes frentes de obra intervenidos por parte del consorcio y se llevara registro de algunas de las actividades que se realizaron en cada uno.

Adicionalmente se muestra un documento enfocado a la aplicación de Lean Construction en algunos de los procesos involucrados en la intervención vial. Se presenta adicionalmente una inducción realizada a los miembros y funcionarios del consorcio explicando el concepto de Lean Construction y la importancia de trabajar con él.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La construcción en Colombia es uno de los campos que másafecta económicamente al país, y en ciudades como Bogotá es comprensible que gran parte del dinero público sea invertido en el campo de la construcción; este dinero es delegado por parte de la alcaldía mayor a cada una de las alcaldías locales y estas a su vez deben invertirlo en obras que contribuyan al desarrollo de cada una de sus localidades. La alcaldía de la localidad sexta de Tunjuelito ha estado invirtiendo recientemente en el mejoramiento de su malla vial y en el cambio de redes hidráulicas.

Los procesos constructivos enfocados al mantenimiento de la malla vial y al cambio de redes hidráulicas tienen gran variedad de procesos involucrados y es común que en estos procesos las actividades realizadas no tengan un control específico del manejo de los insumos, de los tiempos manejados y de la programación de los mismos.

Campos como Lean Construction se enfocan en la implementación de estrategias y métodos que permitan mejorar la planificación y ejecución de obras en sus etapas de planeación, diseño y ejecución. La aplicación de estos métodos contribuiría a una ganancia en tiempo y recursos en cada uno de los procesos realizados para cada intervención programada.

El problema a resolver en este trabajo es ¿Que tan importante es la aplicación de Lean Construction en el campo de la construcción vial y que beneficios genera?

3. JUSTIFICACIÓN

Según lo observado durante el tiempo que duro la pasantía en el consorcio Vías Tunjuelito se planea generar un documento que muestre y especifique los métodos que pueden ser empleados para mejorar el rendimiento de insumos y tiempo en cada una de las actividades realizadas.

Este documento se enfocará en la aplicación de prácticas que contribuyan al sostenimiento ambiental y que se vea reflejado en ganancias económicas para el consorcio. Estas aplicaciones no se enfocarán solamente en los campos referidos al frente de obra, ya que también incluirá aplicaciones referidas a las actividades realizadas en oficina como los son la programación, el diseño y la toma de decisiones.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Dar a conocer las actividades realizadas por parte del estudiante durante su proceso de pasantía en el Consorcio Vías Tunjuelito en los distintos frentes de obra donde desempeño su labor, soportando con registro fotográfico las distintas actividades que se realizaron.

4.1 ESPECÍFICOS

- Explicar a los distintos funcionarios del Consorcio Vías Tunjuelito acerca de la importancia y la ganancia que representa trabajar empleando Lean Construction. Para esto se empleará una presentación en el software Power Point que servirá de apoyo a la hora de explicar el concepto de Lean Construction.
- Construir un documento que indique la importancia de trabajar empleando Lean Construction en algunos de los procesos realizados durante las intervenciones viales ejecutadas; esto aplicado a los distintos frentes de obra que se manejaron durante la pasantía. Este documento se basará específicamente en las actividades realizadas en la localidad sexta de Tunjuelito por parte del Consorcio Vías Tunjuelito.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO GEOGRÁFICO

Durante el proceso de pasantía se realizaron actividades en varios frentes de obra, los cuales se encontraban en intervención en ese momento. Adicionalmente se realizaron actividades en la oficina o Punto CREA, el cual era el lugar donde se reunían los ingenieros para dirigir los distintos frentes en funcionamiento y para atender a la comunidad.

5.1.1 Punto CREA

Dirección: Carrera 13ª #55-54 sur



Imagen 1. Ubicación Geográfica punto CREA
Fuente: Google Maps

5.1.2 Frente de obra Abraham Lincoln

Dirección: Calle 52 entre carrera 10 y 11ª sur



Imagen 2. Ubicación Geográfica Frente A. Lincoln
Fuente: Google Maps

5.1.3 Frente de obra El Carmen

Dirección: Calle 48c entre carrera 26 y 27 sur

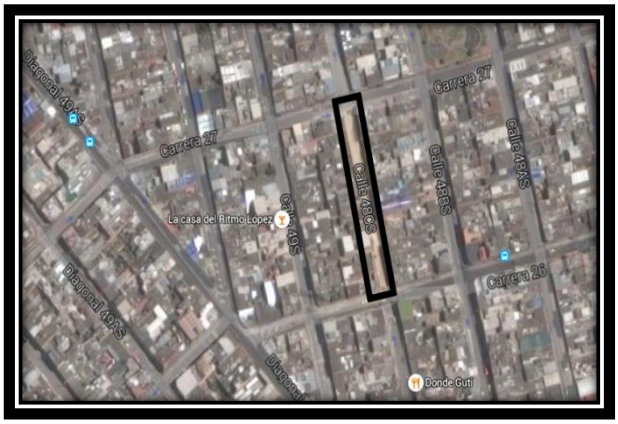


Imagen 3. Ubicación Geográfica Frente El Carmen
Fuente: Google Maps

5.1.4 Frente Fátima

Dirección: Calle 49ª entre carreras 36 y 37 sur



Imagen 4. Ubicación Geográfica Frente Fátima
Fuente: Google Maps

5.1.5 Frente Rincón de Venecia

Dirección: Diagonal 50 entre carrera 56ª Bis y 59.



Imagen 5. Ubicación Geográfica Frente Rincón de Venecia
Fuente: Google Maps

5.1.6 Frente Nuevo Muzú

Dirección: Carrera 59B entre diagonal 51ª y 53 sur



Imagen 6. Ubicación Geográfica Frente Nuevo Muzú
Fuente: Google Maps

5.1.7 Frente San Carlos

Dirección: Carrera 16C entre calle 53 y 55 sur

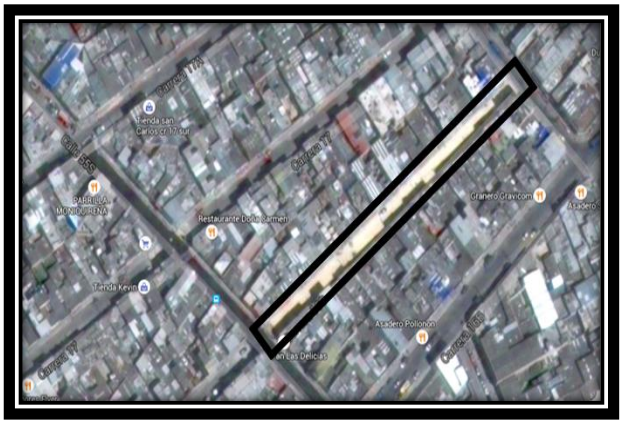


Imagen 7. Ubicación Geográfica Frente San Carlos
Fuente: Google Maps

5.2 MARCO CONCEPTUAL

- Acta: Documento suscrito por los participantes de un contrato, en el cual se deja constancia de lo realizado en una reunión o visita. En este documento además se debe hacer mención de los acuerdos y promesas realizadas por cada una de las partes.[1]

- Actividad: Conjunto de labores realizadas de forma ordenada con el fin de obtener un producto o resultado.

- Anden: Es una plataforma generalmente construida en concreto usada para delimitar una zona de espacio público que funcione como sendero peatonal para los transeúntes.

- Bombeo: Pendiente transversal en la vía cuyo objeto es facilitar el escurrimiento superficial del agua a lo largo de la misma.[2]

- CIV: Son las siglas usadas para decir código de identificación vial. Este corresponde a la llave de identificación única que posee cada segmento vial.[3]

- Consorcio: Es una asociación de personas las cuales presentan alguna propuesta con el fin de que se les adjudique un contrato. Al ganarse el contrato el consorcio se compromete a ejecutar el mismo respondiendo por todas las obligaciones derivadas de la propuesta y del contrato.[4]

- Contratista: Es un empleador, persona natural o jurídica el cual es contratado para la ejecución de una o varias obras, por un precio determinado. Este contratista deberá asumir todos los riesgos pero a su vez tendrá libertad para realizar los trabajos con sus propios medios y con libertad técnica y administrativa. Este contratista a su vez puede ser empleador delegando a otros contratistas para realizar distintas labores.[5]

- Colombinas: Son señalizadores viales tubulares, los cuales cuentan con franjas reflectivas y espacios para colocar cinta preventiva para delimitar o

[1] IDU (En línea) <http://www.idu.gov.co/web/guest/contenidos> (Consultado el 16 de mayo)
[2] INVIAS (En línea)<www.invias.gov.co>(Consultado el 16 de mayo)

[3] IDU (En línea) <http://www.idu.gov.co/web/guest/contenidos> (Consultado el 16 de mayo)
[4] Anónimo (En línea) <http://aprendeenlinea.udea.edu.co> (Consultado el 16 de mayo)
[5] IDU (En línea) <http://www.idu.gov.co/web/guest/contenidos> (Consultado el 16 de mayo)

acordonar zonas en las cuales se está llevando a cabo algún proceso conductivo.

- Contrato: Es un acuerdo de voluntades que crea o transmite responsabilidades a cada una de las partes involucradas en el contrato.[6]

- Emulsión asfáltica: Compuesto bituminoso de aplicación en frio usado para la impermeabilización de elementos donde se necesite una barrera que actúe contra el agua y la humedad.[7]

- Frente de obra: Es un área de trabajo donde se planea realizar ciertas actividades constructivas. Este es un modo de segmentar el trabajo en zonas para realizarlo de forma más organizada y referenciar con nombres los tramos a intervenir.

- Interventoría: Es el órgano, persona natural o jurídica encargada de representar a la alcaldía ante el contratista, esta interventoría debe realizar un control técnico, económico, legal, ambiental, social y administrativo de las actividades realizadas por el contratista.[8]

- Patología: Hace referencia a la rama encargada del estudio de las enfermedades. En el campo vial será el estudio de todas aquellas afectaciones que se pueden presentar en una vía por distintas razones.

- Pavimento asfáltico: Es la capa o base que constituye el suelo de una construcción o de una superficie no natural construida con asfalto.[9]

- Polisombra: Es una malla tejida compuesta de fibras en polietileno de alta resistencia, con un aditivo que la protege de la decoloración y las inclemencias del clima. Usualmente se usa como medio de cerramiento en las obras.

- Punto CREA (Centro de reuniones, encuentros y atención al ciudadano): Es un espacio ubicado sobre el eje de la zona donde se piensan realizar las intervenciones viales. Este hace parte del programa de atención al

[6] Patricia Monroy (En línea) <http://www.am-abogados.com/blog/el-contrato-definicion-y-tipos/110/> (Consultado el 16 de mayo)
[7] TOXEMENT (En línea)<http://www.toxement.com.co/pdfs/Emulsion_Asfaltica.pdf>(Consultado el 16 de mayo)
[8] IDU (En línea) <http://www.idu.gov.co/web/guest/contenidos> (Consultado el 16 de mayo)
[9] Anónimo (En línea) <http://definicion.de/pavimento/> (Consultado el 16 de mayo)

ciudadano mediante el cual se le informa al ciudadano acerca de la gestión que se está realizando, facilitándole la información respecto al trabajo por realizar.[10]

- Red hidráulica: Una red hidráulica es un sistema de elementos como tuberías, codos, válvulas, pozos y otros afines que se encargan de transportar ciertas cantidades de un fluido específico. Estos sistemas aplicados a una red urbanística deben cumplir con ciertas normas técnicas para garantizar su óptimo funcionamiento.[11]

5.3 MARCO CONTEXTUAL

La pasantía fue realizada en el **consorcio vías Tunjuelito.**

La dirección del punto CREA es **Carrera 13ª # 55-54**.

Numero de contrato: 070 de 2013.

Objeto del Contrato: El CONTRATISTA se compromete para con el FONDO, a ejecutar a precios unitarios sin formula de reajuste las obras y actividades requeridas para la REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MALLA VIAL LOCAL EN LA LOCALIDAD SEXTA DE TUNJUELITO, BOGOTA D.C, de acuerdo con la descripción, especificaciones y demás condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones, en especial las consignadas en el ANEXO TÉCNICO separable (Capítulo 4 del pliego de condiciones), el cual hace parte integral del presente contrato.

Cuantía definitiva del contrato: $7, 714, 350,000 Peso Colombiano

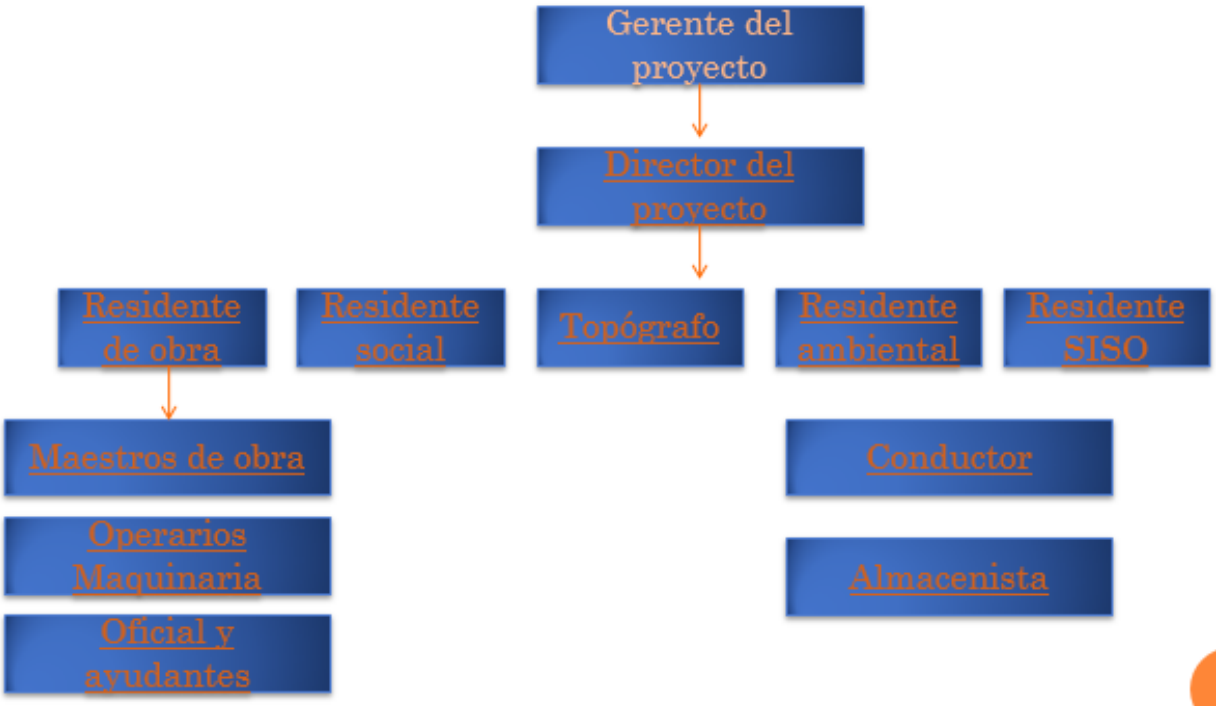
Nit Contratista: Nit de Persona Jurídica No. 900.648.059-0

Representante legal: Dora Isabel Adames Sarmiento

Fecha inicio del contrato: 30 de septiembre del 2013

[10] IDU (En línea)<http://www.idu.gov.co/web/guest/puntos_crea> (Consultado el 16 de mayo)
[11] Anónimo (En línea) <http://fluidos.eia.edu.co> (Consultado el 16 de mayo)

ORGANIGRAMA CONSORCIO VÍAS TUNJUELITO



Gerente del proyecto: Ing. Guillermo Morales

Director del proyecto: Ing. Edwin Abril Velosa

Residente de Obra: Alejandro Reyes

Residente social: Ing. Leonor Hernández

Topógrafo: Freddy Sánchez

Residente Ambiental: Ing. Mónica Forigua

Residente SISO: Ing. Hernando Triana

Conductor: Hernando Pardo

Almacenista: Eduard Chávez

5.4 MARCO TEÓRICO

A lo largo del desarrollo de la pasantía se observó cómo se realizaron procesos de mantenimiento y rehabilitación vial en los distintos frentes intervenidos. En el marco del contrato 070 del 2013 celebrado entre la alcaldía local de Tunjuelito y el consorcio vías Tunjuelito, se le brindan al contratista un listado de CIV los cuales deben ser intervenidos según las condiciones que presente cada CIV.

Estas condiciones discriminan los CIV de acuerdo al estado de la malla vial y según el grado de antigüedad en las redes hidráulicas.

Si el proceso es de solo prevención y arreglo de bombeos, entonces el tipo de intervención se denomina mantenimiento rutinario.

Si el proceso requiere arreglar ciertos puntos de la vía que se encuentran gravemente afectados el proceso se denomina bacheo.

Si el proceso requiere realizar cambio de redes hidráulicas o el tramo vial se encuentra gravemente afectado hasta sus capas inferiores el proceso se denomina rehabilitación.

5.4.1 Mantenimiento rutinario

Este proceso se realiza a manera de prevención, ya que la finalidad como tal no es arreglar el estado de la vía puesto que esta se encuentra en relativo buen estado. Las vías que se intervinieron bajo este modelo presentaban problemas de aposamiento de aguas (problemas de bombeo) y presentaban leves fisuras en su carpeta asfáltica.

Este proceso se compone de los siguientes pasos:

- Información a la comunidad.
- Cerramiento preventivo.
- Fresado de la carpeta asfáltica.
- Riego de imprimación
- Instalación de nueva carpeta asfáltica.
- Pintura y señalización.

- Información a la comunidad:
  Antes de realizar cualquier proceso de intervención vial, por normativa es necesario realizar reuniones con la comunidad para informar acerca del tipo de intervención que se piensa realizar.
  En estas reuniones se le informa a la comunidad acerca de la empresa que va a realizar la intervención además de dar la información correspondiente para la ubicación de la misma (dirección y teléfono). En este tipo de reuniones se llega a un acuerdo con la comunidad respecto al uso de garajes, puesto que estos no podrán usarse mientras se esté interviniendo el CIV.

- Cerramiento preventivo:
  Una vez aprobado por la comunidad, se da inicio al proceso de cerramiento, el cual en este tipo de intervenciones por ser de menor impacto se hace solamente con colombinas y cinta. Este cerramiento se hace con el fin de aislar a la comunidad de la zona a intervenir y así prevenir accidentes. Si adicionalmente se realiza arreglo de andenes entonces es deber del contratista realizar un sendero peatonal con colombinas y cinta para que la comunidad se pueda mover en él.



Foto 1. Cerramiento realizado durante mantenimiento rutinario.
Fuente: Propia

- Fresado de la carpeta asfáltica:
  Basados en la sección 540-11 del documento del IDU.
  Este trabajo consiste en la obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico ya existente mediante el fresado en frio del pavimento asfáltico anterior con una profundidad indicada de corte.
  El equipo para realizar este trabajo es una maquina fresadora con controles automáticos, la cual sea capaz de fresar el pavimento a una profundidad

indicada y precisa, y así obtener de esta forma la pendiente y el perfil transversal indicado.[12]

Los escombros resultantes del proceso de fresado son depositados por la fresadora misma en volquetas, las cuales llevan estos residuos al respectivo lugar de acopio.

En los anexos del presente trabajo se encuentra la especificación técnica del IDU para el proceso de fresado de pavimentos asfálticos.



Foto 2. Fresadora.
Fuente: Propia



Foto 3. Fresadora funcionando y volqueta.
Fuente: Propia

- Riego de imprimación:

  Basados en la sección 500-13 del documento del IDU.

  Este trabajo consiste en el suministro, transporte y aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie granular. Este proceso se realiza previo a la colocación de una carpeta asfáltica.

  Esta superficie debe barrerse antes de la aplicación del ligante. Adicionalmente se debe regar con agua sin saturar la capa granular. Este ligante debe extenderse de forma uniforme cuando la capa aun tenga una cierta presencia de humedad. [13]

  Se pueden emplear emulsiones de rotura rápida las cuales están diseñadas para reaccionar rápidamente con el material granular revirtiendo su estado de emulsión al de asfalto. Las emulsiones de rotura media están diseñadas para mezclarse con agregados gruesos y no rompen inmediatamente al entrar en contacto con la capa granular. Las emulsiones de rotura lenta

[12] IDU (En línea) en <http://app.idu.gov.co/espec_tecnicas/Capitulo_5/540-11.pdf> (Consultado el 16 de mayo)

[13] IDU (En línea) en<http://app.idu.gov.co/espec_tecnicas/Capitulo_5/500-13.pdf> (Consultado el 16 de mayo)

están diseñadas para máxima estabilidad de mezclado, estas se usan con agregados de gradación densa y alto contenido de finos.[14]
En los anexos del presente trabajo se encuentra la especificación técnica del IDU para el proceso riego de imprimación.



Foto 4. Riego de imprimación.
Fuente: Propia



Foto 5. Terreno imprimado.
Fuente: Propia

- Instalación de carpeta asfáltica:
  Basados en la sección 510-11 del documento del IDU.
  En este proceso se coloca y compacta una o más capas de mezcla asfáltica, la cual es preparada y colocada en caliente.
  La mezcla asfáltica consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales que se mezclan juntos, se extienden en capas y se compactan. [15]
  Este material es colocado usando una finisher o pavimentadora, esta máquina se encarga de distribuir y darle forma al asfalto. Adicionalmente existe una comisión la cual se encarga de perfeccionar el trabajo hecho por la finisher, esta comisión comprueba que las pendientes estén de acuerdo a lo diseñado ya que una vez se solidifique la capa las pendientes no se pueden arreglar y por ende tocaría volver a realizar todo el proceso desde la fresada.
  Después de la extensión de la carpeta asfáltica se compacta usando vibrocompactador de rodillo y luego se humecta usando vibrocompactador de llanta.

[14] BITUPER S.A.C. (En línea) <http://www.bituper.com/productos/emulsiones-asfalticas/rotura-lenta> (Consultado el 16 de mayo)
[15] Anónimo (En línea) <http://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n_asf%C3%A1ltico> (Consultado el 16 de mayo)



Foto 6. Finisher.
Fuente: Propia



Foto 7. Comisión de la asfaltera.
Fuente: Propia



Foto 8. Compactación de la carpeta asfáltica.
Fuente: Propia



Foto 9. Irrigación de la carpeta asfáltica.
Fuente: Propia

- Pintura y señalización:
  Se debe esperar un aproximado de 30 días antes de pintar la vía recién asfaltada. Después de esperar ese tiempo prudente se debe proseguir a pintar la señalización respectiva en la vía según el ingeniero de transito lo determine. En caso de que se tengan que instalar señales verticales, deben adecuarse antes de que se entregue la vía a la comunidad.



Imagen 8. Señalización de la vía
Fuente: www.andina.com

5.4.2 Bacheo

Este proceso se realiza para hacer ciertos arreglos puntuales en un tramo vial que necesita intervenirse, no obstante el proceso es similar al de mantenimiento rutinario, ya que igualmente la carpeta asfáltica debe ser retirada en su totalidad; la diferencia radica en que los arreglos puntuales deben hacerse hasta las capas inferiores. Las vías que se intervinieron bajo este modelo presentaban problemas de aposamiento de aguas (problemas de bombeo) y presentaban algunas patologías en su estructura identificadas como huecos, piel de cocodrilo y agrietamiento.

Este proceso se compone de los siguientes pasos:

- Información a la comunidad.
- Cerramiento preventivo.
- Fresado de la carpeta asfáltica.
- Excavación en los puntos críticos.
- Instalación de base y compactación de la misma.
- Riego de imprimación.
- Instalación de nueva carpeta asfáltica.
- Pintura y señalización.

- Información a la comunidad:
  Antes de realizar cualquier proceso de intervención vial, por normativa es necesario realizar reuniones con la comunidad para informar acerca del tipo de intervención que se piensa realizar.
  En estas reuniones se le informa a la comunidad acerca de la empresa que va a realizar la intervención además de dar la información correspondiente para la ubicación de la misma (dirección y teléfono).
  Si los puntos críticos son varios y la intervención se programa con una duración superior a los 3 días, entonces es necesario realizar actas de fachada en los predios aledaños al tramo intervenido. Se le debe informar a la comunidad para que den su aprobación a la hora de realizar estas actas de fachada. Además se debe llegar a un arreglo con la comunidad respecto al uso de garajes, ya que una vez se empiece a intervenir el CIV no será posible que se haga uso de estos.

- Cerramiento preventivo
  Una vez aprobado por la comunidad, se da inicio al proceso de cerramiento el cual en este tipo de intervenciones dependiendo de su duración se puede realizar con colombinas y cinta en caso de intervenciones que no conlleven más de 3 días. Si adicionalmente se realiza arreglo de andenes entonces es deber del contratista realizar un sendero peatonal con colombinas y cinta para que la comunidad se pueda mover a través de él.
  Si la duración es superior a los 3 días, entonces el cerramiento se debe realizar con polisombra y varas de madera, y en caso de intervenirse andenes este proceso se deberá realizar después de realizado el arreglo vial.
  Este cerramiento se hace con el fin de aislar a la comunidad de la zona a intervenir y así prevenir accidentes.



Foto 10. Cerramiento preventivo.



Foto 11. Fresado y transporte del escombro.
Fuente: propia

- Fresado de la carpeta asfáltica:
  El proceso de fresado para el bacheo es igual al mencionado en el titulo 5.4.1 referido al mantenimiento rutinario. Por ende los equipos y los procedimientos son los mismos y la norma del IDU aplica de igual forma.

- Excavación en los puntos críticos:
  Este proceso adquiere su nombre dado que la patología que lo genera es el bache, el cual se define como la perdida de carpeta asfáltica en algún lugar específico de la capa de rodamiento. Este se puede generar por la calidad

de la capa subyacente y la filtración de agua, lo que a su vez contribuye a la perdida de agregado fino en las capas subyacentes.
El termino de bacheo se refiere a la reparación que se debe realizar una vez se detecte la falla en la capa granular inferior. Para reparar esta afectación se debe proseguir al fresado con una excavación en forma rectangular o cuadrada que abarque con toda seguridad la totalidad del terreno afectado y se debe reponer su nivel con el mismo material compactándolo debidamente.



Imagen 9. Excavación puntual.
Fuente: www.prominsa.com

- Riego de imprimación:
  El proceso de imprimación para el bacheo es igual al mencionado en el titulo 5.4.1 referido al mantenimiento rutinario. Por ende los equipos y los procedimientos son los mismos y la norma del IDU aplica de igual forma.



Foto 12. Carrotanque con irrigador.
Fuente: propia

- Instalación de nueva carpeta asfáltica
  El proceso de instalación de carpeta asfáltica para el bacheo es igual al mencionado en el titulo 5.4.1 referido al mantenimiento rutinario. Por ende los equipos y los procedimientos son los mismos y la norma del IDU aplica de igual forma.



Foto 13. Comisión de asfaltado y finisher.
Fuente: propia



Foto 14. Toma de temperatura del asfalto al aplicarse la capa.
Fuente: propia

- Pintura y señalización:
  Al igual que en el mantenimiento rutinario, se debe esperar un aproximado de 30 días antes de pintar la vía recién asfaltada. En caso de que se tengan que instalar señales verticales, deben adecuarse antes de que se entregue la vía a la comunidad. Si durante el proceso de cerramiento se tuvo que hincar varas para instalar la polisombra entonces es deber del contratista arreglar los daños teniendo en cuenta las actas de fachada realizadas previamente. Después de esperar el tiempo establecido se puede proseguir a pintar la señalización respectiva en la vía según el ingeniero de transito lo determine.



Imagen 10. Pintando la vía.
Fuente:
www.noticiasrevistanuevomilenio.com

5.4.3 Rehabilitación

Este proceso se realiza para hacer arreglos de gran consideración dentro de la vía, en este tipo de intervención se excava profundamente bien sea en búsqueda de las redes hidráulicas o para un cambio de las capas subyacentes. Las vías que se intervinieron bajo este modelo presentaban problemas de aposamiento de aguas (problemas de bombeo) y presentaban serias patologías en su estructura identificadas como agrietamiento masivo, piel de cocodrilo y filtración de agua hacia las capas subyacentes lo que perjudica dichas capas granulares. Algunas de estas vías intervenidas presentaban tubería de gres por lo cual se excavo profundamente para hacer cambio de tuberías según lo contemplado en el contrato 070 del 2013.

Este proceso se compone de los siguientes pasos:

- Información a la comunidad.
- Cerramiento preventivo.
- Extracción de carpeta asfáltica y sardinel.
- Excavación de la caja de la vía
- Localización de la red de tubería.
- Cambio de tubería.
- Construcción de pozos y sumideros.
- Relleno de excavaciones para tubería.
- Instalación de subbase y compactación de la misma.
- Instalación de base y compactación de la misma.
- Instalación de sardinel.
- Riego de imprimación.
- Instalación de nueva carpeta asfáltica.
- Pintura y señalización.

- Información a la comunidad:
  Antes de realizar cualquier proceso de intervención vial, por normativa es necesario realizar reuniones con la comunidad para informar acerca del tipo de intervención que se piensa realizar.
  En estas reuniones se le informa a la comunidad acerca de la empresa que va a realizar la intervención además de dar la información correspondiente para la ubicación de la misma (dirección y teléfono).
  Dado que este tipo de intervenciones tienen una duración promedio de 45 días (mes y medio) y la profundidad de excavación es considerable es necesario realizar actas de vecindad en los predios aledaños al tramo

intervenido. De igual forma se le debe informar a la comunidad para que den su aprobación a la hora de realizar estas actas de vecindad. Además se debe llegar a un arreglo con la comunidad respecto al uso de garajes, ya que este proceso es largo y varios contratos no incluyen el pago de garajes durante estas intervenciones viales.



Foto 15. Actas de vecindad.
Fuente: propia



Foto 16. Pasante haciendo actas de vecindad.
Fuente: propia

- Extracción de carpeta asfáltica y sardinel.

Una vez estén realizadas las actas de vecindad y el cerramiento preventivo usando polisombra y varas de madera se da inicio al proceso de retiro de carpeta asfáltica y dado que la excavación es profunda se utiliza maquinaria tipo retroexcavadora para retirar la carpeta asfáltica existente y se dispone inmediatamente en volquetas para ser llevadas al lugar de acopio establecido.



Foto 17. Escombros de la carpeta asfáltica retirada.
Fuente: propia



Foto 18. Retiro de la carpeta asfáltica.
Fuente: propia

- Excavación de la caja de la vía
  El proceso de excavación de la caja de la vía se debe realizar de acuerdo a las especificaciones de diseño, por lo general se excava a 0.8m en los distintos frentes a intervenir. Para esta excavación se usa maquinaria tipo retroexcavadora y las alturas obtenidas se controlan usando comisión topográfica. El material excavado se dispone en volquetas para ser llevado posteriormente al lugar de acopio.



Foto 19. Retiro de material hacia la volqueta.
Fuente: propia



Foto 20. Excavación de la caja de la vía.
Fuente: propia

- Localización de la red de tubería.

Una vez excavada la caja de la vía se deben localizar las redes de tuberías hidráulicas y en caso de que los planos lo indiquen se debe tener en cuenta las redes de gas para evitar accidentes a la hora de excavar. Una vez identificadas esas redes de tuberías se prosigue con la excavación controlada hasta dar con la tubería antigua de gres. Para este proceso se usa maquinaria tipo retroexcavadora, pero en caso de no tener seguridad sobre la altura de dichas tuberías es recomendable hacer apiques hasta encontrarlas y bajar los últimos centímetros mediante excavación manual.



Foto 21. Excavación para localizar la tubería.
Fuente: propia

- Cambio de tubería.
  Una vez localizada la tubería de gres antigua, se realiza el proceso de cambio por la tubería nueva Novafort. Este cambio se debe hacer controlando la pendiente de la tubería instalada. Posteriormente se realiza el atraque de la misma usando material triturado.



Foto 22. Instalación de tubería nueva.
Fuente: propia



Foto 23. Atraque de tubería nueva.
Fuente: propia

- Construcción de pozos y sumideros.

Una vez instalada la tubería nueva, se hacen las respectivas conexiones hacia los pozos y los sumideros que se encuentren en la zona a intervenir. En caso de que haya que construirlos es deber del contratista realizarlos según las especificaciones indicadas por el acueducto.



Foto 24. Construcción de pozo.
Fuente: propia



Foto 25. Fundida de sumidero.
Fuente: propia

- Relleno de excavaciones para tubería.

Una vez realizadas las conexiones entre la tubería, los pozos y los sumideros, se da inicio al proceso de lleno de las excavaciones que se realizaron para la instalación de la tubería. Para esto se emplea base granular B-200 la cual se compacta en capas de 0.2m usando vibrocompactador tipo canguro.



Foto 26. Lleno de excavación para tubería.
Fuente: propia



Foto 27. Compactación de relleno.
Fuente: propia

- Instalación de capas subbase y base.
  Una vez terminado el proceso concerniente a las redes hidráulicas se comienza a aplicar la subbase granular sobre la rasante, en capas de 0,2 m para posteriormente ser compactada usando vibrocompactador de rodillo. Una vez terminada la instalada de la capa de subbase se comienza a aplicar la base granular B-200 en capas de 0,2 m para posteriormente ser compactada usando vibrocompactador de rodillo. Para disponer este material se emplea minicargador y se controlan las alturas usando comisión topográfica.



Foto 28. Aplicación capa base.
Fuente: propia



Foto 29. Compactación capa base.
Fuente: propia

- Instalación de sardinel.
  Por lo general en este tipo de intervenciones, en el proceso de excavación es comun que el sardinel se vea afectado y quede parcial o totalemte destruido, razon por la cual es deber del contratista instalar sardinel nuevo en las zonas que se hayan visto afectadas. Para constancia de esto se tienen las actas de vencidad que se debieron realizar anteriormente.



Foto 30. Disposición de sardinel en obra.
Fuente: propia



Foto 31. Instalación de sardinel.
Fuente: propia

- Riego de imprimación.
  El proceso de imprimación para la rehabilitación vial es igual al mencionado en el titulo 5.4.1 referido al mantenimiento rutinario. Por ende los equipos y los procedimientos son los mismos y la norma del IDU aplica de igual forma.

- Instalación de nueva carpeta asfáltica.
  El proceso de instalación de carpeta asfáltica para la rehabilitación vial es igual al mencionado en el titulo 5.4.1 referido al mantenimiento rutinario. Por ende los equipos y los procedimientos son los mismos y la norma del IDU aplica de igual forma.

- Pintura y señalización.
  Al igual que en el mantenimiento rutinario y en el bacheo, se debe esperar un aproximado de 30 días antes de pintar la vía recién asfaltada. Dado que en el proceso se debieron afectar los andenes de los predios aledaños al tramo intervenido es deber del contratista responder por los daños hechos, para corroborar esto se usan las actas de vecindad realizadas. Ya que en el proceso de cerramiento se tuvo que hincar varas para instalar la polisombra es deber del contratista arreglar los daños, teniendo en cuenta las actas de vecindad realizadas previamente. Después de esperar el tiempo establecido se puede proseguir a pintar la señalización respectiva en la vía según el ingeniero de transito lo determine y de ser necesario se deben colocar las señales verticales que a cada caso corresponda.



Imagen 11. Señal vertical.
Fuente: www.grupoitm.com



Imagen 12. Señal horizontal.
Fuente: www.gsvial.com



Foto 32. Demolición de andenes.
Fuente: propia



Foto 33. Fundida de andenes.
Fuente: propia

5.4.4 Lean Construction

Lean Construction o construcción sin perdidas es una filosofía enfocada a gestionar proyectos de construcción. Esta filosofía tiene la finalidad de maximizar el valor obtenido y minimizar las perdidas en todo proyecto constructivo.[16]

Los resultados que se buscan obtener a partir de esta filosofía son:

- Todo proceso constructivo y operativo es diseñado conjuntamente para satisfacer todas las necesidades y evitar imprevistos.
- Buscar maximizar el valor obtenido y minimizar las perdidas en el desarrollo de cada una de las actividades de un proceso constructivo.
- Perfeccionar los modelos de planeación y programación de forma que toda actividad sea controlada y presente la menor cantidad de imprevistos.

Estos resultados buscan contribuir al concepto de construcción sostenible, cuyo modelo se define como construir de forma amigable con el medio ambiente, enfocándose principalmente en el buen uso de los recursos materiales y naturales sin abusar de estos. Este modelo a su vez se apoya en Lean Construction.

5.4.4.1Principios de Lean Construction

- ✓ **Principio Básico**

El principio básico de Lean Construction es reducir el tiempo invertido a todas aquellas actividades que no agreguen valor al producto final. Todas aquellas actividades realizadas por alguien que no aportan al producto final, se consideran pérdidas o “mudas”.

Algunos ejemplos de mudas o aspectos que no son convenientes en el campo de la construcción vial son:

- Demoras debido a la carencia de herramientas, equipo o personal.
- Demoras debido a la mala gestión social realizada, lo que puede generar problemas con la comunidad.
- Demoras debido a la espera de actividades que deberían estar listas pero aún no se han realizado.

[16] Anónimo (En línea) <http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/lean-construction> (Consultado el 17 de mayo)

- Pérdidas de tiempo debido al poco compromiso de los trabajadores con su labor.
- Desplazamientos innecesarios debido a la mala planeación de los recorridos, esto aplica de igual forma con el transporte de los insumos en obra.
- Falta de programación económica lo cual dificulta el pago de salarios y esto a su vez desemboca en la desmotivación de los trabajadores.
- Retrocesos causados por el incumplimiento de las normas técnicas lo que obliga a volver a realizar varias actividades.
- Mala programación de las actividades a realizar lo que dificulta organizar a los trabajadores y conseguir resultados óptimos.
- Demoras debido a la mala gestión SISO realizada, lo que puede generar problemas con el bienestar de los trabajadores y puede recaer en problemas más graves.
- Demoras debido a la mala gestión ambiental realizada, lo que puede generar problemas con la secretaria de ambiente y puede recaer en problemas más graves.

✓ **Kaizen**

Otro principio de Lean Construction es el Kaizen o principio del mejoramiento continuo, este principio se enfoca en la mejora continua de todos los procesos hasta obtener la calidad total de los productos obtenidos. Este principio es aplicable a todos los sistemas de producción y desde luego es ampliamente aplicado en el campo constructivo. Este a su vez usa el ciclo PHVA como medio para mejorar los procesos y obtener así la calidad total en los productos obtenidos.

PHVA son las siglas de planear, hacer, verificar y actuar, en inglés es conocido como PDCA (Plan, Do, Check, Act). Este ciclo PHVA o ciclo de Deming busca la mejora continua en todas las actividades, desde antes de realizarse y después de realizadas.

El ciclo comienza desde la planeación, en la cual se sugiere establecer un orden en las actividades a realizar, de manera que primen las pertenecientes a la ruta crítica y así obtener un resultado esperado. Es importante en este punto tener en cuenta el cumplimiento de las normas técnicas que al caso pertenezcan; en el campo específico de las vías es importante tener en cuenta las especificaciones respecto al tipo de materiales a usar en cada proceso, la maquinaria empleada y la manera de realizar cada actividad. De ser necesario se sugiere recopilar una serie de datos históricos, los cuales permitan profundizar en ese campo y así

predecir ciertos resultados. Adicionalmente se sugiere detallar los resultados que se esperan obtener para realizar una comparación posterior. [17]

El segundo paso del ciclo corresponde a hacer, en este punto se deben dirigir las actividades a realizar, se debe lidiar con los imprevistos y supervisar en todo momento la ejecución. En este paso se debe hacer la distribución de recursos y responsabilidades, buscando el medio más óptimo para cumplir con la programación realizada en el paso anterior.

El tercer paso hace referencia al acto de verificar, en este paso se espera un tiempo, y posterior a esto se recopilan datos que informen acerca de las actividades realizadas. Se hace una comparación entre los resultados obtenidos y los resultados esperados para saber hasta qué punto se cumplió con lo esperado o si se cumplió en su totalidad. Adicionalmente se evalúa el plan de ejecución y se sacan conclusiones para saber si fue efectivo, hay que mejorarlo o definitivamente hay que cambiarlo. En el campo específico de las vías este paso se ve reflejado en las observaciones de calidad que se realicen a las vías, una vez se haya realizado el proceso constructivo de las mismas.[18]

El cuarto paso es actuar, y va ligado a la toma de decisiones en base a las conclusiones que se obtuvieron en el paso anterior. Si se ha detectado una amplia variedad de errores en las actividades realizadas, es necesario replantear el ciclo PHVA. Si se detectan errores, pero no son de mayor relevancia, se evalúa específicamente cada error y se busca la forma de eliminarlo para corregir el ciclo. De esta forma el ciclo se va corrigiendo de forma continua, hasta que finalmente todos los errores desaparezcan. Este paso es el más importante del ciclo, ya que ofrece un sistema de retroalimentación a los procesos y contribuye a mejorar la planificación de las obras.[19]



Imagen 13. Ciclo PHVA.
Fuente:
www.educacionsig.blogspot.com

[17] Anónimo (En línea) <http://educacionsig.blogspot.com/2013/10/ciclo-phva-el-ciclo-de-deming-tambien.html> (Consultado el 17 de mayo)
[18] Anónimo (En línea) <http://educacionsig.blogspot.com/2013/10/ciclo-phva-el-ciclo-de-deming-tambien.html> (Consultado el 17 de mayo)
[19] Anónimo (En línea) <http://educacionsig.blogspot.com/2013/10/ciclo-phva-el-ciclo-de-deming-tambien.html> (Consultado el 17 de mayo)

✓ **Gestión del conocimiento**

El concepto de Gestión del conocimiento acuñado por Pablo Belly, hace referencia a un modelo para aplicar en todas las organizaciones con la idea de que cada miembro perteneciente a la empresa tenga conocimiento de lo que los demás individuos de la empresa saben para así obtener los mejores resultados en las actividades realizadas.

El conocimiento debe pasarse desde el lugar en el que se genera hasta el lugar en el que se piensa aplicar, infundiendo una necesidad de compartir y recibir información entre los individuos que conforman la empresa.[20]

Este modelo tiene perspectivas tácticas y operativas que van más allá de una gestión del capital intelectual, ya que implica buscar medios que permitan transmitir la información entre los componentes de una empresa, garantizando continuamente su desarrollo, mejorando la capacidad para solucionar problemas y contribuyendo a una mejor obtención de resultados.

Esta es una filosofía similar al principio del "*pass it en"* cuya traducción es pásalo, y hace referencia al acto de compartir todo tipo de información que pueda contribuir al crecimiento de una comunidad (empresa, organización, consorcio, etc.)

5.4.4.2 Herramientas de Lean Construction

✓ **Plan para medición de perdidas**

Es un proceso enfocado a la evaluación de proyectos de construcción desde la planeación hasta la puesta en operación del mismo.

Existen 5 pasos para el plan de medición de perdidas:

1. Se enfoca en realizar un diagnóstico de la actividad realizada en el cual se toma en cuenta el tiempo gastado en el desarrollo de dicha actividad, diferenciado el tiempo contributivo es decir el tiempo que agrega valor a la actividad y el tiempo perdido o dedicado a actividades que no agregan valor al producto final.
2. Con la información obtenida en el 1 paso se realiza un registro en una tabla de forma que se observe las perdidas en cada uno de los procesos constructivos.

[20] Anónimo (En línea) http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_del_conocimiento (Consultado el 17 de mayo)

3. Se evalúa la magnitud de las perdidas.
4. Se deben realizar reuniones con el equipo de obra buscando métodos para corregir las pérdidas de tiempo en las actividades constructivas, teniendo en cuenta el análisis realizado al resultado obtenido en el paso anterior.
5. Aplicar en obra los métodos planeados en el paso anterior, buscando optimizar el tiempo empleado en cada actividad.
6. Adicionalmente existe un paso de retroalimentación, en el cual el proceso comienza de nuevo y se realiza con las correcciones pertinentes; de esta manera se eliminaran todas las perdidas con el paso del tiempo.[21]

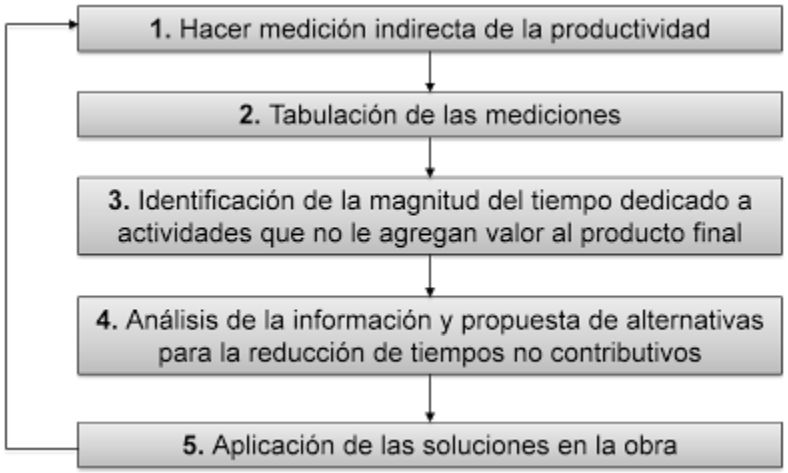


Imagen 14. Plan para medición de pérdidas.
Fuente: www.leanconstructionenterprise.com

- ✓ **Alianzas con los proveedores**

Toda obra necesita de insumos, los cuales a su vez son distribuidos por una serie de proveedores contactados por el contratista. Lean Construction plantea la idea de realizar alianzas con dichos proveedores buscando mejores precios bajo un compromiso de fidelidad con los mismos.

Adicionalmente se busca llegar a acuerdos en los cuales los insumos lleguen directo a la obra una vez se necesiten, de este punto se deriva la importancia de cumplir con las programaciones pactadas. Esto colaboraría a reducir el

[21] Anónimo (En línea)<http://www.leanconstructionenterprise.com/>(Consultado el 16 de mayo)

consumo de combustible y de maquinaria dispuesta para transportar los insumos desde el proveedor a la bodega y de la bodega al frente de obra.

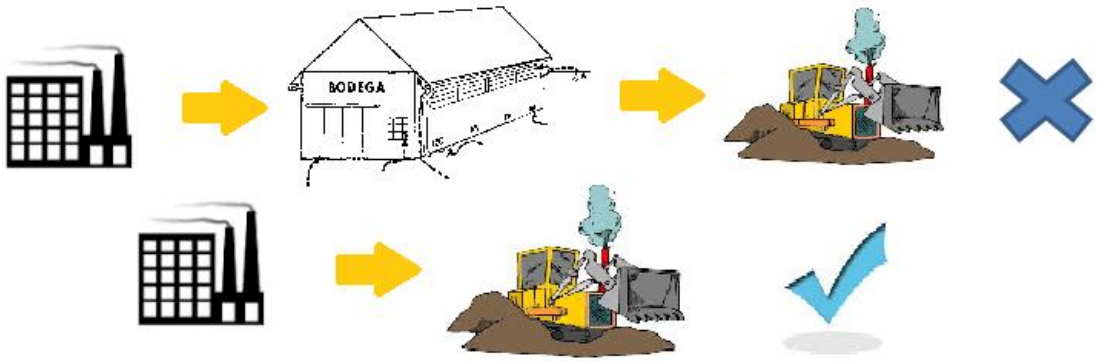


Imagen 15. Alianzas con proveedores.
Fuente: propia

- ✓ **PAC (Porcentaje de actividades completadas)**

Funciona como medio de control para saber qué porcentaje de actividades se realizaron durante una fracción de tiempo (día, semana, mes) de acuerdo a lo programado previamente.

Este método se basa en una fórmula que muestra el avance porcentual que se completó en la fracción de tiempo determinada. Este método es conveniente para presentar en los informes de obra, ya que muestra el avance que se realizó en un cierto lapso de tiempo.

$$PAC = \frac{Cantidad\ realizada\ por\ fracción\ de\ tiempo}{Cantidad\ programada\ por\ fracción\ de\ tiempo} * 100$$

- ✓ **Time lapse**

Es conocida como una técnica fotográfica usada en el cine y en el arte, pero también se aplica en las grandes obras. Este método consiste en grabar o filmar constantemente durante largos periodos de tiempo las actividades constructivas que se realizan en un frente de obra. Esta herramienta por lo general emplea una cámara en un lugar de gran altura que permita tomar una imagen continua de la totalidad del frente de obra y que permita a la vez observar como los procesos se van realizando con el paso de los días.

✓ **Prueba de los 5 minutos**

Esta es una prueba realizada para cuantificar la pérdida de tiempo en una actividad determinada. Este método por lo general se emplea en el plan para la medición de perdidas explicado anteriormente.

Esta herramienta consiste en identificar tres tipos de tiempos durante una actividad realizada en un lapso de 5 minutos. Estos tiempos son:

Tiempos productivos: Todos aquellos que le agregan valor al producto final.

Tiempos contributivos: Todos aquellos que aportan a que se agregue un valor.

Tiempos no contributivos: Todos aquellos que no agregan valor al producto final.

La prueba se debe realizar con un cronometro y una tabla que permita tomar anotaciones según lo observado, o también se puede filmar la actividad durante 5 minutos y posteriormente realizar el análisis con mayor calma. La prueba consiste en filmar o tomar registro durante 5 minutos de una actividad y observar cuanto tiempo invierte el individuo evaluado en realizar dicha actividad, cuanto en contribuir a esa actividad y cuanto desperdiciado en otras cosas. Se recomienda un formato de tabla como el mostrado a continuación. Para este método es recomendable repetirlo varias veces por actividad, para realizar una media de resultados y poder sacar conclusiones con mejor criterio.

FORMATO PRUEBA DE LOS 5 MINUTOS			
Fecha		Hora	
Actividad		Oficio	
	Tiempo (segundos)		
Tiempo Productivo		Actividad	
Tiempo Contributivo		Actividad	
Tiempo desperdiciado		Actividad	
Observaciones			

Tabla 1. Tabla para prueba de los 5 minutos
Fuente: propia

6. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

6.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Durante la pasantía realizada en el consorcio vías Tunjuelito con una duración de 384 horas se realizaron las siguientes actividades:

- Programaciones de obra: En este proceso el pasante tuvo que realizar programaciones básicas en el software Microsoft Project, tomando como referencia las duraciones y las fechas brindadas por el contratista.

- Auxiliar de Topografía: En este proceso el pasante colaboro como cadenero en la toma de datos referidos a niveles en los distintos frentes de obra. Adicionalmente sirvió de dibujante para algunos tramos.

- Auxiliar administrativo: En este proceso el pasante colaboro como auxiliar en los procesos administrativos del consorcio, referidos a organizar papeleo, organizar archivos, brindar apoyo en los softwares de Word y Excel en la elaboración de informes y tablas respectivamente.

- Elaboración de actas de vecindad: El pasante colaboro con el proceso de elaboración de actas de vecindad, realizadas para cumplir con los lineamientos sociales establecidos por normativa. En este proceso el pasante llevo registro escrito, fotográfico y de video de los distintos predios que tuvo que visitar para la elaboración de las actas.

- Elaboración de informes: El pasante colaboro en la elaboración de la parte técnica de los informes que debían ser entregados mensualmente por parte del contratista. Para esto el pasante debía visitar constantemente los distintos frentes y tomar registro de los avances realizados.

- Toma de registros fotográficos y muestras en obra: Como parte de la entrega de los informes mensuales fue necesario que el pasante presentase registros fotográficos de los avances observados.

- Manejo de caja menor: El pasante colaboro con el registro de los movimientos realizados en la caja menor según las facturas brindadas por el contratista.

FECHA	HORAS REALIZADAS	HORARIO	ACTIVIDADES REALIZADAS
Lunes 5 de enero 2015	**3**	Entrada: 8am Salida: 11 am	• Presentación y familiarización con el grupo de trabajo. • Se ubica al pasante en su principal lugar de trabajo. • Se hace repartición de roles en lo referido a las obras a visitar, dado que hay otro pasante dentro del consorcio. • Se pasaron registros de actas de vecindad en físico a medios virtuales con el fin de mantener un registro más ordenado, estas actas corresponden al frente de obra conocido como San Benito. En este frente ya se completó la intervención.
Martes 6 de enero 2015	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se continuó con el proceso de pasar registros de actas de vecindad en físico a medios virtuales con el fin de mantener un registro más ordenado, estas actas corresponden al frente de obra conocido como San Benito. En este frente ya se completó la intervención.
Miércoles 7 de enero 2015	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se visitó el frente de obra conocido como el Carmen. • Se realizó la respectiva presentación del pasante frente a los obreros y maestros del frente. • Se tomaron fotos de los avances observados y se pregunto acerca del progreso de la obra. • Se le informa al pasante acerca de su nueva labor en la cual se encargara de llevar la bitácora de obra correspondiente a este frente. • Se dio inicio a la parte técnica del informe mensual que debe presentarse a la Interventoría y a la alcaldía justificando lo hecho durante el mes. Dentro de la parte técnica se establecieron registros fotográficos de las actividades realizadas con su respectiva descripción y además se explicaron las actividades realizadas de forma general.

Jueves 8 de enero 2015	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se visitaron todos los frentes de obra activos a la fecha, conocidos como el Carmen, San Carlos, Fátima, Rincón de Venecia y Nuevo Muzú. • En estos lugares se tomaron registros fotográficos de las actividades realizadas y de los avances encontrados. • Se dio continuidad a la realización de la parte técnica del informe mensual que debe presentarse a la Interventoría y a la alcaldía justificando lo hecho durante el mes. Se adicionaron registros fotográficos tomados este mismo día.
Viernes 9 de enero 2015	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se finalizó la parte técnica del informe escrito a entregar mensualmente. • Se buscaron y suministraron fotos y registros técnicos para agregar a las demás partes del informe como lo son la parte ambiental (manejo de escombros, condiciones sanitarias, manejo de basuras) y la de seguridad profesional (vestimenta del obrero, seguridad en las actividades realizadas). • Se visitó el frente de obra conocido como San Carlos. • Se le informa al pasante acerca de su nueva labor en la cual se encargara de llevar la bitácora de obra correspondiente a este frente.
Martes 13 de enero 2015	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se visitaron todos los frentes de obra manejados a la fecha, se tomaron registros fotográficos de las actividades realizadas, al tiempo que se registraba de forma escrita los procesos y avances observados en las bitácoras de los frentes El Carmen y San Carlos. • Se realizó un acta de cierre respecto a una petición presentada por un residente afectado durante los procesos realizados. Este predio se ubicaba en el frente San Carlos.

Miércoles 14 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se visitaron los frentes de obra manejados a la fecha. • Se hizo actualización de las actividades realizadas en las bitácoras de los frentes El Carmen y San Carlos. • Se le informa al pasante que debe llevar registro fotográfico adicional de los parques intervenidos por el consorcio proyectar parques, que de igual forma coordina el ingeniero Abril. Estos parques se ubican en San Benito y en Fátima. • Se realiza visita a los parques intervenidos por el consorcio proyectar parques y se toma registro de los arreglos que se están realizando.
Jueves 15 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Este día los ingenieros del consorcio realizaron un recorrido con la alcaldía y la Interventoría por los diferentes frentes de obra por lo cual el pasante debía presentarse como inspector de obra en el frente El Carmen, y debió pasar allí todo el día. • Se tomó registro fotográfico de las actividades realizadas y se actualizo la bitácora en este frente.
Viernes 16 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se continuó con el registro de facturas en el archivo de consignaciones elaborado por el pasante en el software Excel. • Se organizan los archivos fotográficos registrados los últimos días en los distintos frentes de obra visitados.
Sábado 17 de enero	**4**	Entrada: 8am Salida: 12m	• Se recibieron vales y recibos por parte de un proveedor de materiales del consorcio. • Se deja registro de lo recibido en un archivo en Microsoft Word, adicionalmente se escanean los vales recibidos por parte del proveedor. • Se visita el frente de obra El Carmen y se toma registro de las actividades realizadas. Se observa la construcción de un pozo y se detalla cómo se desperdicia la mezcla realizada para la pega. Se llama la atención al respecto y **se plantea la idea de un modelo con Lean Construction.**

Lunes 19 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se continuó con el proceso de pasar registros de actas de vecindad en físico a medios virtuales, estas actas de vecindad corresponden al frente conocido como San Benito. Se realiza un resumen general de las actas especificando si se hizo o no el acta en su totalidad de vecindad y la razón. En este frente ya se completó la intervención. • Se realizan labores de cadenero con el topógrafo Johan en el frente de obra El Carmen dado que el cadenero ese día no asistió a trabajar. • Se toman registros fotográficos de los avances realizados en el frente de obra El Carmen. • Se adelanta la bitácora correspondiente al frente de obra El Carmen.
Martes 20 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se visitaron todos los frentes de obra manejados a la fecha, se tomaron registros fotográficos de las actividades realizadas y se registraron las actividades realizadas en la respectiva bitácora de obra. • Se hizo visita a los parques intervenidos por el consorcio proyectar parques específicamente el parque ubicado en Fátima, se observan actividades de intervención en el espacio público.
Miércoles 21 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se continúa en el traspaso de los registros encontrados a las distintas bitácoras de cada frente de obra. • Se resolvió un acta de cierre correspondiente a una petición realizada por una ciudadana afectada en el frente ya terminado conocido como la 52 o Abraham Lincoln.
Jueves 22 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizaron oficios administrativos en el punto CREA. • Se foliaron las actas de vecindad de los distintos frentes de obra (Rincón de Venecia, Nuevo Muzú, El Carmen y San Benito) • Se llevaron las actas de vecindad a la alcaldía local de Tunjuelito para luego ser escaneadas.

Viernes 23 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizaron oficios administrativos en el punto CREA. • Se continuo con el proceso de foliado de las actas de vecindad de los distintos frentes de obra (Rincón de Venecia, Nuevo Muzú, El Carmen y San Benito) • Posterior a esto se transportaron dichas actas la alcaldía local de Tunjuelito para luego ser escaneadas.
Sábado 24 de enero	**4**	Entrada: 8am Salida: 12m	• Se recibieron recibos y facturas por parte del ingeniero Abril para ser registrados en el archivo de consignaciones en Excel realizado por el pasante. • Se organizaron las facturas en una serie de retiros bancarios hechos por el ingeniero Abril, la labor del pasante fue ordenar los recibos por fecha y obtener el valor retirado por el ingeniero a partir de las facturas recibidas. Al obtener el valor buscado el pasante ordeno las facturas en forma de consignaciones y las imprimió para que estas sean llevadas posteriormente a Sopo (lugar donde se encuentra la oficina principal del consorcio).
Lunes 26 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Este día los ingenieros del consorcio realizaron el recorrido semanal con la alcaldía y la Interventoría por los diferentes frentes de obra por lo cual el pasante debía presentarse como inspector de obra en el frente El Carmen, y debió pasar allí todo el día, se observo el avance en la excavación de domiciliarias y en la excavación para la tubería principal.
Martes 27 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se corrigieron una serie de programaciones realizadas por el ingeniero Abril en la plataforma Project. • Se realizó una reprogramación para distintos frentes de mantenimientos ubicados en el barrio San Carlos. • Se imprimieron las reprogramaciones realizadas y se dejaron listas para ser llevadas a la alcaldía local de Tunjuelito al día siguiente.

Jueves 29 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se recibieron recibos y facturas por parte del ingeniero Abril para ser registrados en el archivo de consignaciones en Excel realizado por el pasante. • Se organizaron las facturas en una serie de retiros bancarios hechos por el ingeniero Abril, la labor del pasante fue ordenar los recibos por fecha y obtener el valor retirado por el ingeniero a partir de las facturas recibidas. Al obtener el valor buscado el pasante ordeno las facturas en forma de consignaciones y las imprimió para que estas sean llevadas posteriormente a Sopo (lugar donde se encuentra la oficina principal del consorcio).
Viernes 30 de enero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizaron oficios administrativos en el punto CREA. • Se continuo con el proceso de foliar las actas de vecindad de los distintos frentes de obra (Rincón de Venecia, Nuevo Muzú, El Carmen y San Benito) • Se organizó por dirección estas actas de vecindad para ser llevadas por CIV a la alcaldía por requerimiento de esta misma. • Se dejó registro virtual de aquellas actas que no coincidían con ningún CIV intervenido en caso de necesitarlas después. • Se llevaron las actas de vecindad a la alcaldía local de Tunjuelito para luego ser escaneadas.
Lunes 2 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se dio inicio a la parte técnica del informe mensual que debe presentarse a la Interventoría y a la alcaldía justificando lo hecho durante el mes. Dentro de la parte técnica se establecieron registros fotográficos de las actividades realizadas con su respectiva descripción y además se explicaron las actividades de forma general.

Martes 3 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se visitaron los diferentes frentes de obra con la finalidad de actualizar las bitácoras y hacerlas firmar por parte del contratista y de la interventora, para así anexarlos al informe mensual. • Se continuó con la parte técnica del informe mensual que debe presentarse a la Interventoría y a la alcaldía justificando lo hecho durante el mes. Se uso como base las actividades registradas en las bitácoras que se fueron llevando a lo largo del mes. Se establecieron registros fotográficos de las actividades realizadas con su respectiva descripción.
Miércoles 4 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se concluyó con la realización del informe escrito mensual correspondiente al mes de febrero, se agregó fotocopia de las bitácoras firmadas por el contratista y la interventora como anexo a la parte técnica. • Se visitaron los nuevos CIV para diagnosticar el tipo de intervención que se les debe realizar, si el daño es leve se diagnosticó mantenimiento rutinario, si era medio se diagnosticó bacheo y si era grave se diagnosticó rehabilitación. • Se realizaron labores administrativas. Se folio el informe mensual en su totalidad y se envió a la alcaldía.
Jueves 5 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se sacaron las longitudes de los nuevos CIV a intervenir. • Se realizó el registro de los nuevos CIV. • Se obtuvo un aproximado del presupuesto.
Viernes 6 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se registraron los medidas de los nuevos CIV a intervenir para así obtener las cantidades y los presupuestos por intervención • Se estableció el presupuesto total para la intervención de los distintos CIV.

Lunes 9 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizaron actas de vecindad para iniciar las actividades en el frente Fátima. • Se tomó registro fotográfico de los predios visitados, adicionalmente se tomó un video de cada predio y se dejaba un concepto escrito de los daños y averías observadas en suelo, paredes y techo.
Martes 10 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizaron actas de vecindad para iniciar las actividades en el frente Fátima. • Se tomó registro fotográfico de los predios visitados, adicionalmente se tomó un video de cada predio y se dejaba un concepto escrito de los daños y averías observadas en suelo, paredes y techo.
Miércoles 11 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizaron actas de vecindad para iniciar las actividades en el frente Fátima. • Se tomó registro fotográfico de los predios visitados, adicionalmente se tomó un video de cada predio y se dejaba un concepto escrito de los daños y averías observadas en suelo, paredes y techo.
Jueves 12 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se recibieron recibos y facturas por parte del ingeniero Abril para ser registrados en el archivo de consignaciones en Excel realizado por el pasante. • Se organizaron las facturas en una serie de retiros bancarios hechos por el ingeniero Abril, la labor del pasante fue ordenar los recibos por fecha y obtener el valor retirado por el ingeniero a partir de las facturas recibidas. Al obtener el valor buscado el pasante ordeno las facturas en forma de consignaciones y las imprimió para que estas sean llevadas posteriormente a Sopo (lugar donde se encuentra la oficina principal del consorcio).

Viernes 13 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se hizo visita a los parques intervenidos por el consorcio proyectar parques específicamente el parque ubicado en Fátima donde se estaba instalando sardinel en un sector, y en un sector adyacentes realizaban labores en el espacio público. • Se visitaron algunos de los frentes de obra manejados a la fecha, se tomaron registros fotográficos de las actividades observadas, de igual manera se toaba registro escrito para agregar a la bitácora respectiva.
Lunes 16 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizó una reprogramación para distintos frentes de mantenimientos ubicados en el barrio San Carlos. • Se imprimieron las reprogramaciones realizadas y se dejaron listas para ser llevadas a la alcaldía local de Tunjuelito al día siguiente.
Martes 17 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizó la entrega de volantes informando a la comunidad de San Carlos acerca de las próximas actividades de mantenimiento a realizar. • Se le explico a la comunidad de San Carlos el tipo de intervención a realizar en los frentes de mantenimiento. • Se resolvieron dudas de la comunidad acerca de las intervenciones programadas por parte del consorcio en el barrio San Carlos.
Miércoles 18 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se recibieron recibos y facturas por parte del ingeniero Abril para ser registrados en el archivo de consignaciones en Excel realizado por el pasante. • Se organizaron las facturas en una serie de retiros bancarios hechos por el ingeniero Abril, la labor del pasante fue ordenar los recibos por fecha y obtener el valor retirado por el ingeniero a partir de las facturas recibidas. Al obtener el valor buscado el pasante ordeno las facturas en forma de consignaciones y las imprimió para que estas sean llevadas posteriormente a Sopo (lugar donde se encuentra la oficina principal del consorcio).

Jueves 19 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Este día los ingenieros del consorcio realizaron un recorrido con la alcaldía y la Interventoría por los diferentes frentes de obra por lo cual el pasante debía presentarse como inspector de obra en el frente El Carmen, y debió pasar allí todo el día, se observó cómo se sentaron tubos correspondientes a la red principal de aguas negras. Adicionalmente se realizaron las conexiones domiciliarias. • Se tomó registro fotográfico de las actividades realizadas y se actualizo la bitácora de este frente.
Viernes 20 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se visitaron algunos de los frentes de obra manejados a la fecha, se tomo registro escrito para así actualizar las bitácoras, también se tomo registro fotográfico de estos frentes para agregar después al informe mensual. • En la tarde se hizo visita con el ingeniero al parque Fátima donde infortunadamente fue robado un vibrocompactador tipo canguro. De igual forma se tomo registro de los avances registrados.
Lunes 23 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizaron actas de vecindad para iniciar las actividades en el frente Abraham Lincoln. • Se tomó registro fotográfico de los predios visitados, adicionalmente se tomó un video de cada predio y se dejaba un concepto escrito de los daños y averías observadas en suelo, paredes y techo.
Martes 24 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizaron actas de vecindad para iniciar las actividades en el frente Abraham Lincoln. • Se tomó registro fotográfico de los predios visitados, adicionalmente se tomó un video de cada predio y se dejaba un concepto escrito de los daños y averías observadas en suelo, paredes y techo.

Miércoles 25 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizaron actas de vecindad para iniciar las actividades en el frente Abraham Lincoln. • Se tomó registro fotográfico de los predios visitados, adicionalmente se tomó un video de cada predio y se dejaba un concepto escrito de los daños y averías observadas en suelo, paredes y techo.
Jueves 26 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se recibieron recibos y facturas por parte del ingeniero Abril para ser registrados en el archivo de consignaciones en Excel realizado por el pasante. • Se organizaron las facturas en una serie de retiros bancarios hechos por el ingeniero Abril, la labor del pasante fue ordenar los recibos por fecha y obtener el valor retirado por el ingeniero a partir de las facturas recibidas. Al obtener el valor buscado el pasante ordeno las facturas en forma de consignaciones y las imprimió para que estas sean llevadas posteriormente a Sopo (lugar donde se encuentra la oficina principal del consorcio).
Viernes 27 de febrero	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se visitaron algunos frentes de obra manejados a la fecha, se visito el frente Rincón de Venecia para tomar registro del avance en la construcción de andenes. Adicionalmente se visito el frente Nuevo Muzú para tomar registros fotográficos del nuevo CIV que se va a comenzar dado que son 5 CIV en este frente. • Se hizo visita a los parques intervenidos por el consorcio proyectar parques, específicamente el parque ubicado en San Benito, se tomo registro fotográfico de los avances registrados, se observa actividades de mantenimiento en la reja de seguridad ubicada detrás de los arcos.
Lunes 2 de marzo	**8**	Entrada: 8am Salida:	• Este día los ingenieros del consorcio realizaron un recorrido con la alcaldía y la Interventoría por los diferentes frentes de obra por lo cual el pasante debía presentarse como inspector de obra en el frente El Carmen, y debió

		5pm	pasar allí todo el día, se observo en el frente de obra que se continua con el proceso de conexión de domiciliarias y de lleno de las excavaciones. Además se vio como se usa maquinaria tipo retroexcavadora para cargar escombros a las volquetas y así llevar estos residuos al respectivo sitio de acopio. • Se tomó registro fotográfico de las actividades realizadas y se actualizo la bitácora de este frente.
Martes 3de marzo	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se visitaron los diferentes frentes de obra con la finalidad de actualizar las bitácoras y hacerlas firmar por parte del contratista y de la interventora, para así anexarlos al informe mensual. • Se dio inicio a la elaboración de la parte técnica del informe mensual que debe presentarse a la Interventoría y a la alcaldía justificando lo hecho durante el mes. Dentro de la parte técnica se establecieron registros fotográficos de las actividades realizadas con su respectiva descripción y además se explicaron las actividades de forma general.
Miércoles 4 de marzo	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se recibieron recibos y facturas por parte del ingeniero Abril para ser registrados en el archivo de consignaciones en Excel realizado por el pasante. • Se organizaron las facturas en una serie de retiros bancarios hechos por el ingeniero Abril, la labor del pasante fue ordenar los recibos por fecha y obtener el valor retirado por el ingeniero a partir de las facturas recibidas. Al obtener el valor buscado el pasante ordeno las facturas en forma de consignaciones y las imprimió para que estas sean llevadas posteriormente a Sopo (lugar donde se encuentra la oficina principal del consorcio).
Jueves 5 de marzo	**8**	Entrada: 8am	• Se visitaron algunos de los frentes de obra manejados a la fecha, se tomaron registros fotográficos de las actividades realizadas, al tiempo que

		Salida: 5pm	se registraba de forma escrita los procesos y avances observados en las bitácoras. En el frente el Carmen se observo cómo se daba inicio al proceso de abscisado de un CIV aledaño que también va ser intervenido por el consorcio.
Lunes 9 de marzo	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Este día los ingenieros del consorcio realizaron un recorrido con la alcaldía y la Interventoría por los diferentes frentes de obra por lo cual el pasante debía presentarse como inspector de obra en el frente El Carmen, y debió pasar allí todo el día, este día se observo cómo se recibían viajes de B-200 en obra para posteriormente ser aplicados en las excavaciones y luego ser compactados usando vibrocompactador de rodillo. • Se tomó registro fotográfico de las actividades realizadas y se actualizo la bitácora de este frente.
Martes 10 de marzo	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se hizo un balance general con los ingenieros y los topógrafos acerca de las vías que aún se debían cobrar para agregarlas a las actas. • Se hizo un registro de los CIV intervenidos para cobrarlos. En este registro se hizo un APU de las actividades realizadas y se dibujó un esquema de la vía de acuerdo a las características de los CIV.
Miércoles 11 de marzo	**7**	Entrada: 8am Salida: 4pm	• Se realizó una reprogramación para distintos frentes de mantenimientos ubicados en el barrio San Carlos. • Se imprimieron las reprogramaciones realizadas y se dejaron listas para ser llevadas a la alcaldía local de Tunjuelito al día siguiente.
Jueves 12 de marzo	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Este día se visito la Interventoría para recoger las primeras 5 actas de obra. Adicionalmente se visito al acueducto para radicar una solicitud en la cual se les pedía entregar la tubería que debe ser instalada en el frente San Carlos el cual lleva bastante tiempo esperando esa tubería y no se ha podido avanzar con los procesos contractivos en ese frente por esa razón.

Viernes 13 de marzo	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se visitaron todos los frentes de obra manejados a la fecha, se tomaron registros fotográficos de las actividades realizadas, al tiempo que se registraba de forma escrita los procesos y avances observados en las bitácoras de los frentes El Carmen y San Carlos.
Lunes 16 de marzo	**8**	Entrada: 8am Salida: 5pm	• Se realizan labores de cadenero con el topógrafo Wilson en los frentes a los cuales se les piensa realizar mantenimiento rutinario, dado que el cadenero ese día no asistió al frente de obra. • Se entregan volantes a la comunidad informando acerca de las próximas actividades a realizar correspondientes a los mantenimientos en el barrio San Carlos de Tunjuelito.

Tabla 2. Actividades realizadas en obra
Fuente: propia

Información general de la pasantía

- **Total horas realizadas:** 386.
- **Fecha de inicio:** 5 de enero de 2015.
- **Fecha de culminación:** 16 de marzo de 2015.
- **Tutor en la pasantía:** Ing. Edwin Abril Velosa.
- **Tutor en la universidad:** Ing. Rodrigo Esquivel.

6.2REGISTRO FOTOGRÁFICO

El registro fotográfico mostrado a continuación se ordena según los frentes que tuvo que visitar el pasante y las actividades que se realizaron en dichos frentes.

6.2.1 Frente El Carmen



Foto 34. Frente El Carmen.
Fuente: propia



Foto 35. Excavación para pozo.
Fuente: propia



Foto 36. Pasante en el frente.
Fuente: propia



Foto 37. Excavación para tubería.
Fuente: propia



Foto 38. Atraque de tubería.
Fuente: propia



Foto 39. Lleno de excavaciones.
Fuente: propia



Foto 40. Descarga de base B-200.
Fuente: propia



Foto 41. Compactación de base.
Fuente: propia

6.2.2 Frente San Carlos



Foto 42. Excavación para tubería.
Fuente: propia



Foto 43. Instalación de tubería.
Fuente: propia



Foto 44. Instalación de sardinel.
Fuente: propia



Foto 45. Compactación de base.
Fuente: propia



Foto 46. Asfaltada del frente.
Fuente: propia



Foto 47. Frente intervenido.
Fuente: propia

6.2.3 Parques



Foto 48. Intervención del espacio público.
Fuente: propia



Foto 49. Compactación de base de andén.
Fuente: propia



Foto 50. Intervención en reja de parque.
Fuente: propia



Foto 51. Parque intervenido.
Fuente: propia

6.2.4 Abraham Lincoln



Foto 52. Frente fresado.
Fuente: propia



Foto 53. Excavación de la caja.
Fuente: propia



Foto 54. Descargue de tapas.
Fuente: propia



Foto 54. Sumidero.
Fuente: propia

7. RESULTADOS

7.1 GENERALES

Como aporte a la empresa el pasante hizo énfasis en transmitir el concepto de Lean Construction mediante la exposición del concepto en una presentación de Power Point la cual se encuentra en los anexos del presente documento.

Adicionalmente el pasante realizó un práctico documento en el cual identifica una serie de actividades que vio realizar en los frentes de obra y en la oficina durante su labor como pasante. En este documento el pasante propone métodos para realizar estas actividades contribuyendo al medio ambiente y buscando optimizar cada actividad en lo referido al consumo de los insumos y al tiempo invertido en cada actividad. Este documento se encuentra en los anexos del presente documento.

Dado que el documento hasta ahora se elaboró y por ende aún no se ha puesto en práctica no es posible saber si funcionará o no, pero se espera que en los próximos días todos los funcionarios pertenecientes al consorcio lo estén poniendo en práctica en sus actividades labores.

La presentación realizada en el software de Power Point explicando los conceptos generales de Lean Construction ha sido del agrado de los funcionarios y les ha parecido una forma interesante de abordar el tema de la conservación del medio ambiente. Apoyan la idea de optimizar el trabajo pero justifican que no siempre es posible cumplir con las programaciones por culpa de los proveedores y que a partir de esto las demás actividades se ven afectadas.

Los obreros y maestros en los distintos frentes apoyan la idea de aplicar Lean Construction en las actividades que realizan, pero justifican que muchas veces no rinden lo que deberían por la falta de insumos en obra e inclusive justifican que la falta de pago en la empresa es causa del retraso en las obras pues muchos obreros no trabajan por este motivo.

7.2 TABLA DE INCOVENIENTES Y SOLUCIONES PLANTEADAS

INCONVENIENTE No.1	
Inconveniente en el frente de obra Fátima a causa de una maquinaria tipo mixer la cual estaba siendo lavada en el frente de obra ya que este se encontraba detenido esperando el proceso de asfaltado.	• Celador • Operador • Brigadistas encargados.
CONSECUENCIAS	**SOLUCIÓN PLANTEADA**
• La comunidad se mostró molesta al respecto, pues en lugar de asfaltar y entregar la vía según lo pactado se estaban haciendo labores de mantenimiento a maquinaria en medio del CIV intervenido. • Algunos lugares en la capa de base se vieron saturados por el agua usada lavando la mixer y generaron aposamientos. Los cuales debían de ser tratados y obligaban a realizar una nueva actividad de compactación.	• La primera solución que pudo evitar este inconveniente es programar de forma adecuada con la asfaltera y así tener a disposición el asfalto una vez se tenga el frente dispuesto. • En segundo lugar el operador no debía estar autorizado para realizar este proceso en el frente de obra, y aunque hiciese caso omiso de las instrucciones brindadas el celador y los brigadistas debían de informar al ingeniero encargado o al inspector de obra para tomar las decisiones pertinentes al caso.
INCONVENIENTE No.2	
En el frente de obra San Carlos se descubrió que el maestro encargado de la realización de andenes, estaba cobrando dinero a personas ajenas al consorcio para trasladar sus escombros al respectivo centro de acopio usando los medios que le brindaba el consorcio.	• Maestro de obra
CONSECUENCIAS	**SOLUCIÓN PLANTEADA**

• El consorcio invirtió dinero para llevar escombros que no les pertenecían y que por ende no debían de llevar. Se perdió el dinero correspondiente al viaje de escombro y al vale de la escombrera, además del tiempo y la maquinaria invertida para cargar dichos escombros ajenos al consorcio.	• La primera solución que pudo evitar este inconveniente es llevar un control detallado de los viajes que se despachan en cada frente de obra. • Se debe llevar un registro que justifique el avance porcentual en obra, de forma que toda actividad realizada sea debidamente justificada como avance en los procesos a realzar. • Se debe llamar la atención al maestro de obra, entregándole su respectivo memorando. Sin embargo si la afectación fue grave se debe terminar ese contrato
INCONVENIENTE No.3	
En un frente de mantenimiento correspondiente al barrio San Carlos no se tuvo el respectivo control a la hora de manejar las pendientes y los bombeos durante la instalación de la carpeta asfáltica por parte de la empresa asfaltera.	• Comisión de la asfaltera. • Topógrafo encargado del frente. • Maestro encargado del frente.
CONSECUENCIAS	**SOLUCIÓN PLANTEADA**
• Como era de esperarse, los bombeos y las pendientes establecidas no funcionaron de forma adecuada y se debió fresar la carpeta asfáltica nueva para instalar así una que cumpliese con los requisitos de diseño. • Se perdió dinero en el fresado y la asfaltada nueva, además de la pérdida de tiempo causada por la reprogramación de este mantenimiento lo cual a su vez atraso otras actividades.	• La primera solución que pudo evitar este inconveniente es que el topógrafo se encuentre atento a aquellos lugares que queden con hendiduras o sin la pendiente debida para así reportarlo a la comisión de la asfaltera y que estos arreglen este inconveniente mientras aun sea posible. • El maestro en base a su conocimiento empírico puede usar su criterio para juzgar que lugares se asfaltaron de forma correcta y cuáles deben ser corregidos por la

	comisión de la asfaltera o durante el proceso de compactación.
INCONVENIENTE No.4	
En un frente El Carmen ocurrió un accidente cuando un ayudante se presentó en condiciones de aparente embriaguez en la obra y se le dio autorización para trabajar. Este obrero se cayó de una silla dentro del frente de obra y se accidento por la caída, a tal punto que debió ser llevado al hospital El Tunal para ser tratado.	• Ingeniero SISO. • Obreros en el frente de obra. • Maestro encargado del frente.
CONSECUENCIAS	**SOLUCIÓN PLANTEADA**
• El obrero accidentado pone en riesgo su integridad y la de sus compañeros al presentarse en ese estado para trabajar. • Supone un gran riesgo legal y económico para el consorcio el hecho de haber permitido que el obrero trabajase en ese estado y más cuando ese estado derivo en un accidente dentro del frente de obra.	• La primera solución que pudo evitar este inconveniente es que el inspector encargado de este frente se asegure cada día de que todos los obreros del frente sin excepción presenten condiciones adecuadas tanto físicas como mentales a la hora de entrar a la obra. • El residente SISO en la inducción realizada a cada obrero debe enfatizar la importancia de trabajar en excelente estado físico y mental para prevenir accidentes.
INCONVENIENTE No.5	
En varios frentes que se intervinieron como mantenimientos se observó que no se tuvo un correcto cerramiento a la hora de realizar el proceso de asfaltado.	• Obreros en el frente de obra. • Maestro encargado del frente.
CONSECUENCIAS	**SOLUCIÓN PLANTEADA**

• Se pueden presentar accidentes con los civiles que transiten la zona y que de forma imprudente ingresen al frente sin autorización ni el menor de seguridad. • En caso de que la interventoría o la alcaldía se fije en esto, pueden recaer problemas sobre el consorcio ya que estos requerimientos son obligatorios a la hora de asfaltar en una vía pública.	• Una solución planteada es realizar un cerramiento improvisado con colombinas y cinta peligro que delimite el espacio público con la vía, además de colocar brigadistas a ambos costados de la vía evitar que los civiles pasen el cerramiento. • Se pueden colocar paleteros que controlen el tráfico y eviten embotellamientos en las vías aledañas causadas por una mala señalización.
INCONVENIENTE No.6	
En algunos frentes intervenidos como mantenimientos rutinarios se observó que los pozos se encontraban hundidos y aun así se freso y asfalto de nuevo sin renivelar esos pozos y una vez más quedaron hundidos lo cual es una condición inaceptable para una vía recién arreglada.	• Obreros en el frente de obra. • Maestro encargado del frente. • Topógrafo.
CONSECUENCIAS	**SOLUCIÓN PLANTEADA**
• Se pueden presentar accidentes en la vía dado que algunos de estos hundimientos son profundos. • La interventoría no aceptara este arreglo y exigirá que se corrija de inmediato lo que supondrá un gasto adicional en mano de obra y material.	• Una posible solución para esta situación es detallar todos los CIV que presenten este problema durante el recorrido de identificación de manera que se pueda ajustar el pozo a la altura adecuada antes de realizar los procesos de fresado y asfaltada. • En caso de darse cuenta después de la fresada y asfaltada se debe romper alrededor y ajustar el pozo a la altura adecuada y luego volver a realizar el recubrimiento asegurándose de que la unión quede realizada de la mejor manera posible.

INCONVENIENTE No.7	
Este error ocurrió en 5 CIV, los cuales por error de un contratista contratado por el director de obra freso los CIV equivocados ya que interpretó de forma errónea las direcciones brindadas confundiendo direcciones antiguas y nuevas.	• Director de obra. • Contratista.
CONSECUENCIAS	**SOLUCIÓN PLANTEADA**
• Este error es el más costoso observado en obra, ya que intervenir un CIV equivocado es equivalente a intervenir una vía gratis, ya que de todas formas el CIV que si debía tratarse debe ser intervenido y solo se cobrará una vez y la maquinaria, insumos, personal, y tiempo gastados en el CIV equivocado no se recuperarán. • Una consecuencia grave de este inconveniente es que aunque los CIV tratados fuesen reconocidos, el hecho de trabajar sin la aprobación del PMT significa un riesgo muy grande para el consorcio ya que jamás cumplió con los requerimientos sociales, técnicos, ambientales, de seguridad ni de tránsito.	• Una solución para esta situación es realizar siempre recorridos de identificación con cada contratista para que haya seguridad a la hora de realizar los procesos durante el mantenimiento. • En caso de no poder realizar los recorridos con el contratista es prudente indicar las especificaciones del tramo como lo es la dirección (si es antigua o vieja) e inclusive hacer uso de herramientas online que permitan visualizar el ligar sin necesidad de salir de la oficina.
INCONVENIENTE No.8	
La falta de planos actualizados no permitió identificar un cruce entre redes de agua potable y la instalación de una tubería de aguas residuales.	• Director de obra. • Almacenista.

Esto a su vez supuso una desviación en la tubería, la cual no se pudo realizar de forma inmediata por falta de accesorios en obra y en la bodega.	
CONSECUENCIAS	**SOLUCIÓN PLANTEADA**
• Este error genero retrasos en la programación establecida en obra ya que la instalación de esta tubería es una actividad perteneciente a la ruta crítica y cualquier retraso en este significa retraso en el proyecto en general. • Este inconveniente dejo entrever que muchas veces la bodega no cuenta con los insumos necesarios para suplir los distintos frentes en operación.	• Es prudente que el almacenista siempre lleve registro de los insumos que se reciben y se retiran de la bodega, para de esta forma pedir oportunamente el material que escasee. • En caso de afectar la ruta crítica por situaciones ajenas es necesario buscar medios rápidos y eficaces que solucionen el problema lo más rápido posible para continuar con el proyecto.
INCONVENIENTE No.9	
En varios frentes de obra se observó de forma repetida como los viajes de material se disponían en el CIV a intervenir y no se protegían de forma adecuada.	• Residente ambiental. • Topógrafo.
CONSECUENCIAS	**SOLUCIÓN PLANTEADA**
• Este error puede causar pérdida de calidad en los insumos, ya que las precipitaciones saturan los agregados y estos a su vez deben ser dispuestos bajo ciertas condiciones de humedad que se pueden ver afectadas por esa saturación. • Este inconveniente adicionalmente puede conllevar a problemas con la interventoría, ya que el material debe estar protegido e incluso señalizado en algunos casos y al no presentarse estas condiciones	• Es prudente que el topógrafo que por lo general es el encargado de llevar registro de los viajes de material recibidos le comunique al residente ambiental la información cuando haga falta material para recubrir y proteger los insumos. • El residente ambiental al realizar su recorrido por los distintos frentes de operación debe estar al tanto de lo que haga falta en cada CIV, para comunicarlo al director del proyecto y así poder suplir lo que falte.

la interventoría seguramente llamara la atención al consorcio por ese aspecto.	
INCONVENIENTE No.10	
En el frente de obra conocido como Abraham Lincoln o Calle 52 se presentó inconvenientes con un poste que presento oscilaciones suaves una vez se excavo la caja de la vía.	• Residente ambiental. • Maestro de obra.
CONSECUENCIAS	**SOLUCIÓN PLANTEADA**
• Este error puede causar problemas graves, ya que el poste de redes eléctricas posee además un transformador adherido a su estructura, lo cual representa mayor peso para el poste y a su vez mayor riesgo en caso de una posible caída. • Este inconveniente adicionalmente puede conllevar a problemas mayores ya que debajo se encuentran redes de gas natural e incluso una red de Ecopetrol de gas, y si el poste falla y el transformador entra en contacto con estas redes causaría problemas bastante graves y peligrosos.	• Una solución incluye que el residente ambiental insista lo necesario hasta que el poste se asegure de la forma adecuada evitando el riesgo latente de un accidente. • El maestro de obra en base a su criterio y experiencia debe tomar las decisiones indicadas que garanticen la seguridad del frente y la continuidad de la ruta crítica en busca de cumplir con la programación.
INCONVENIENTE No.11	
En el frente de obra San Carlos durante el proceso de asfaltado se observó que el proceso de compactación en la carpeta asfáltica recién aplicada no se realizó de forma óptima, pues en los bordes cercanos al sardinel se observaba material suelto.	• Maestro de obra. • Topógrafo.

CONSECUENCIAS	**SOLUCIÓN PLANTEADA**
• Este error puede conllevar a problemas de pendientes y aposamientos lo que como se concluyó anteriormente puede concluir incluso con el reinicio del mantenimiento. •	• Una solución corre por el control que realice el topógrafo ubicado por parte del consorcio para asegurarse de que este tipo de afectaciones no pasen desapercibidas.

Tabla 3. Inconvenientes y soluciones planteadas.
Fuente: propia

8. CONCLUSIONES

1. En una obra es importante llevar registro de todas las actividades que se van realizando, esto con el fin de justificar el dinero gastado y los avances hechos. En este punto es donde la bitácora de obra es indispensable, ya que este es un medio de control y registro de las actividades que se realizan a diario en cada frente de obra. Adicionalmente es necesario que la interventoría revise continuamente todo aquello que se reporta en cada bitácora para así comprobar la veracidad de lo que se escribe ahí.

2. Es indispensable programar las actividades a realizar por frente previniendo la disponibilidad de maquinaria e insumos para así poder entregar las obras en las fechas pactadas, ya que de lo contrario se empezará a acumular el trabajo por hacer y va a ser necesario pedir prorrogas para entregar la totalidad del trabajo contemplado dentro del contrato.

3. Es importante aplicar el concepto de Lean Construction en todas aquellas actividades involucradas en la obra. Este concepto debe ser transmitido bajo las herramientas como la gestión del conocimiento y debe ser aplicado por todos los funcionarios del consorcio, de esta manera todos desde su posición podrían ponerlo en práctica y esto a su vez contribuiría a una mejor y más rápida obtención de resultados.

4. Es recomendable que en toda obra se desarrollen mecanismos formales de planificación y control que integren la manera de coordinar los distintos procesos y actividades por realizar. Estos mecanismos de planeación deberán ser evaluados posterior a la obtención de resultados y dependiendo de estos mismos el mecanismo deberá cambiarse, arreglarse o conservarse siempre en búsqueda de un mejoramiento continuo.

5. Es prudente realizar actividades como la prueba de los 5 minutos de manera continua en los distintos frentes de obra, para así determinar el grado de efectividad en las labores realizadas por los obreros, y a partir de los resultados obtenidos poder tomar decisiones de cómo se podría optimizar cada proceso.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (En línea) (Consultado el 17 de mayo) Disponible en http://educacionsig.blogspot.com/2013/10/ciclo-phva-el-ciclo-de-deming-tambien.html

- CÁRDENAS GRISALES James. Diseño geométrico de carreteras. Segunda edición. Bogotá: ECOE Ediciones. 2013.

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 1486: Documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 4490: Referencias documentales para fuentes de información electrónicas.

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 1486: Referencias bibliográficas, contenido, forma y estructura.

- IDU. Glosario del IDU (En línea) (Consultado el 16 de mayo) Disponible en http://www.idu.gov.co/web/guest/glosario.

- INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Fresado de pavimentos asfálticos. Segunda Actualización. Bogotá. IDU. 2015.

- INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Mezcla asfálticas en caliente densas, semidensa, gruesas y de alto modulo. Segunda Actualización. Bogotá. IDU. 2015.

- INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Riego de imprimación. Segunda Actualización. Bogotá. IDU. 2015.

- INVIAS. Glosario del INVIAS (En línea) (Consultado el 16 de mayo) Disponible en http://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario.

- LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE. LEAN CONSTRUCTION (En línea) (Consultado el 16 de mayo) Disponible en http://www.leanconstructionenterprise.com/

- OFICILÍA MAYOR. Guía técnica para elaboración de manual de procedimientos (En línea) (Consultado el 18 de mayo) Disponible en http://www.uv.mx/personal/fcastaneda/files/2010/10/guia_elab_manu_proc.pdf

- SPANISH GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. LEAN CONSTRUCTION (En línea) (Consultado el 17 de mayo) Disponible en http://www.leanconstruction.es/lean-construction/

- TOXEMENT. EuclidGroupToxemente (En línea) (Consultado el 16 de mayo). Disponible en http://www.toxement.com.co/

10. ANEXOS

Anexo 1: Acta de inicio de pasantía.

Anexo 2: Acta de culminación de pasantía.

Anexo 3: Registro de horas realizadas.

Anexo 4: Diapositivas de presentación de Lean Construction.

Anexo 5: Certificado de inducción de Lean Construction.

Anexo 6: Tablas con las pruebas de 5 minutos realizadas.

Anexo 7: Documento enfocado a la aplicación de Lean Construction en obra.