



**AUXILIAR ADMINISTRATIVO EN LA OFICINA DE APOYO TÉCNICO DEL  
INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS TERRITORIAL CAUCA.  
INTERVENTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS  
DEL PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN RUTAS 2502 Y 2503 DEL INSTITUTO  
NACIONAL DE VÍAS.**



**INFORME FINAL**

**JUAN FELIPE ALEGRÍA MESA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE  
POPAYÁN  
2010**



**TABLA DE CONTENIDO**

<b>CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.</b>		
1.	<b>NOTA DE ACEPTACIÓN.</b>	<b>05</b>
2.	<b>PRESENTACIÓN.</b>	<b>06</b>
3.	<b>RESUMEN.</b>	<b>07</b>
4.	<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>08</b>
5.	<b>OBJETIVOS.</b>	<b>09</b>
	5.1. <b>OBJETIVO GENERAL.</b>	<b>09</b>
	5.2. <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</b>	<b>09-10</b>
<b>CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO.</b>		
1.	<b>AUXILIAR ADMINISTRATIVO EN LA OFICINA DE APOYO TÉCNICO DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS-TERRITORIAL CAUCA.</b>	
	1.1. <b>Elaboración del informe ejecutivo trimestral.</b>	<b>11</b>
	Supervisión en el proceso adjudicatario:	
	1.2. <b>Interventoría para el mejoramiento de la carretera Patico-Río Mazamorra, Ruta 2002, Dirección Territorial Cauca.</b>	<b>12-13</b>
2.	<b>INTERVENTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN.</b>	
	2.1. <b>GENERALIDADES DEL PROYECTO.</b>	<b>14</b>
	2.1.1. <b>ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO.</b>	<b>14</b>
	2.1.2. <b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.</b>	<b>15</b>
	2.1.3. <b>LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.</b>	<b>16</b>
	2.1.4. <b>FUENTE DE MATERIALES.</b>	<b>17</b>
	2.2. <b>EJECUCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS.</b>	
	2.2.1. <b>PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO HIDRÁULICO.</b>	<b>20</b>
	2.2.1.1. <b>Subrasante natural.</b>	<b>21</b>
	2.2.1.2. <b>Material de mejoramiento.</b>	<b>23</b>
	2.2.1.3. <b>Subbase granular.</b>	<b>24</b>
	2.2.1.4. <b>Losas de concreto hidráulico.</b>	<b>29</b>
	2.2.2. <b>ADECUACIÓN DE ANDENES.</b>	<b>40</b>
	Elementos utilizados en la	
	2.2.2.1. <b>construcción de los pavimentos adoquinados.</b>	<b>39</b>
	2.2.2.2. <b>Proceso constructivo de los pavimentos adoquinados.</b>	<b>40</b>
	2.2.3. <b>MUROS ESTRUCTURALES.</b>	<b>46</b>
	2.2.3.1. <b>Proceso constructivo y controles realizados.</b>	<b>47</b>



### **CAPÍTULO 3: ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO PASANTE Y EXPERIENCIAS.**

<b>3.1.</b>	<b>ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO PASANTE.</b>	<b>51</b>
<b>3.2.</b>	<b>EXPERIENCIAS.</b>	<b>52</b>
<b>3.2.1.</b>	<b>Pavimentación en concreto hidráulico.</b>	<b>52</b>
<b>3.2.2.</b>	<b>Adecuación de andenes.</b>	<b>52</b>
<b>3.2.3.</b>	<b>Mampostería estructural.</b>	<b>53</b>

### **CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES.**

<b>4.1.</b>	<b>CONTROL DE HORAS.</b>	<b>55</b>
<b>4.2.</b>	<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>55-56</b>
<b>4.3.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>57</b>
<b>4.4.</b>	<b>ANEXOS.</b>	<b>58</b>

### **LISTA DE FIGURAS.**

Figura 1:	Detalle de la Localización de las Obras complementarias del Paso Deprimido Por Popayán Ruta 2502 y 2503.	<b>16</b>
Figura 2:	Esquema de la estructura típica del pavimento rígido.	<b>20</b>
Figura 3:	Modelo Sardinel.	<b>39</b>
Figura 4:	Modelo Bordillo.	<b>39</b>

### **LISTA DE ANEXOS.**

- Anexo 1: Informe ejecutivo trimestral.
- Anexo 2: Proceso adjudicatorio IN-CO-DT-CAU-003-2010.
- Anexo 3: Caracterización material de subrasante.
- Anexo 4: Evaluación de cantera planta trituradora Pisojé Alto.  
Peso unitario del suelo en el terreno, método del cono de arena.
- Anexo 5: Clasificación de material para subbase.
- Anexo 6: Calidad del concreto hidráulico.
- Anexo 7: Calidad de adoquines.
- Anexo 8: Planos estructurales muros fachada.
- Anexo 9: Documentos soporte.



### **LISTA DE TABLAS.**

Tabla 1:	Requisitos de los materiales para terraplenes.	21
Tabla 2:	Franjas granulométricas del material de subbase.	24
Tabla 3:	Requisitos para afirmados, bases granulares y subbases granulares.	25

### **LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía 1:	Instalaciones Planta PREDELCA que suministró el concreto hidráulico.	17
Fotografía 2:	Detalle de adoquín de concreto suministrado por PREFABRICADOS.	17
Fotografía 3:	Subbase provista por CONEXPE.	18
Fotografía 4:	Aspecto de Loseta guiadora, abastecida por METALTEC.	18
Fotografía 5:	Detalle de adoquín de arcilla dotado por ARCILLAS DE COLOMBIA.	19
Fotografía 6:	Evaluación cualitativa y cuantitativa del estado del material de subbase granular.	28
Fotografía 7:	Extensión y conformación de la capa de subbase granular.	28
Fotografía 8:	Humedecimiento de la capa de subbase granular.	28
Fotografía 9:	Terminado de la capa de subbase.	28
Fotografía 10:	Alineación de la formaleta metálica, posicionamiento de las canastillas y pasadores.	31
Fotografía 11:	Toma del asentamiento.	31
Fotografía 12:	Chequeo de pasadores y canastillas.	31
Fotografía 13:	Vaciado del concreto.	36
Fotografía 14:	Riego y esparcimiento del concreto.	36
Fotografía 15:	Vibrado interno del concreto.	36
Fotografía 16:	Terminado con flotadora de la losa de concreto.	36
Fotografía 17:	Aplicación del agente curador.	37
Fotografía 18:	Apariencia de la losa con el agente curador.	37
Fotografía 19:	Micro-texturizado.	37
Fotografía 20:	Macro-texturizado.	37
Fotografía 21:	Elaboración del corte de las juntas.	38
Fotografía 22:	Limpieza de las juntas.	38
Fotografía 23:	Posicionamiento del cordón en la junta.	38
Fotografía 24:	Aplicación del agente sellador de las juntas.	38



### **LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía 25:	Loseta guiadora.	<b>39</b>
Fotografía 26:	Adoquín de Concreto.	<b>40</b>
Fotografía 27:	Adoquín de Arcilla.	<b>40</b>
Fotografía 28:	Excavación para la instalación de bordillos.	<b>42</b>
Fotografía 29:	Instalación y nivelación de bordillos.	<b>42</b>
Fotografía 30:	Riego, extensión, conformación y compactación de la capa de subbase.	<b>43</b>
Fotografía 31:	Extensión y nivelación de la capa de arena de asiento.	<b>43</b>
Fotografía 32:	Colocación de los adoquines.	<b>44</b>
Fotografía 33:	Extensión de la capa de arena de sello.	<b>44</b>
Fotografía 34:	Compactación de adoquines.	<b>45</b>
Fotografía 35:	Terminado.	<b>45</b>
Fotografía 36:	Control de vecindad Carrera 17 con calle 5 esquina.	<b>49</b>
Fotografía 37:	Excavación Carrera 17 entre calles 4 y 5.	<b>49</b>
Fotografía 38:	Amarre de acero Carrera 17 entre calles 4 y 5.	<b>49</b>
Fotografía 39:	Fundición de la cimentación Carrera 17 entre calles 4 y 5.	<b>49</b>
Fotografía 40:	Terminado de la zapata Carrera 17 entre calles 4 y 5.	<b>50</b>
Fotografía 41:	Formaleta Carrera 17 entre calles 4 y 5.	<b>50</b>
Fotografía 42:	Fundición de columnas Carrera 17 entre calles 4 y 5.	<b>50</b>
Fotografía 43:	Mampostería Carrera 17 entre calles 4 y 5.	<b>50</b>



## ***CAPÍTULO I: GENERALIDADES.***

### **1. NOTA DE ACEPTACIÓN.**

El Director y jurados del trabajo de práctica profesional “INTERVENTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN RUTAS 2502 Y 2503 DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS.” realizada por JUAN FELIPE ALEGRÍA MESA, una vez evaluado el informe final y realizada la correspondiente sustentación, lo autorizan para que desarrolle las gestiones administrativas para optar por el título de Ingeniero Civil.

-----  
**Director de proyecto**

-----  
**Jurado**



## 2. PRESENTACIÓN.

La puesta en práctica del conocimiento académico adquirido en el entorno universitario es un aspecto fundamental en el desarrollo integral como profesionales de la Ingeniería Civil, la formación profesional del estudiante de esta rama, debe ser tanto práctica como académica siendo el aspecto práctico el objetivo de este trabajo. Es entonces pertinente buscar escenarios propicios y con ambientes que aporten de manera significativa al propósito de llevar a la práctica nuestro conocimiento académico; de esta manera optamos por elegir instituciones que nos permitan de cierta forma la inducción a los conocimientos prácticos profesionales inherentes a la profesión de Ingeniería Civil.

Como profesional el ser parte del engranaje que empiece a generar propuestas de desarrollo en el campo que a la Ingeniería Civil le corresponde, es parte fundamental para la formación integral del estudiante.

Las grandes falencias en el sistema de transporte terrestre a nivel nacional, departamental y rural, son inherentes a muchos aspectos que conducen al estado de subdesarrollo.

Dentro de este propósito se llevó a cabo el desarrollo del trabajo de pasantía para optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca al interior de una institución tan importante como lo es el INVIAS (Instituto Nacional de Vías - Territorial Cauca) para el desarrollo de nuestro país, que permitió desarrollar inquietudes y generar propuestas como pasante.

El trabajo de grado en la modalidad de pasantía, se centró en dos entornos que permitieron adquirir el conocimiento necesario para desarrollarme de manera exitosa en la rama de la Ingeniería Civil tal y como sigue: primero llevé a cabo labores administrativas en la oficina de apoyo del Instituto de Vías Territorial Cauca como auxiliar en la sede territorial Cauca. Segundo, desempeñé un trabajo práctico como lo es la interventoría para la construcción de las obras complementarias del paso deprimido por Popayán, donde conseguí llevar a la práctica algunos conocimientos adquiridos en las aulas de clase de la Universidad del Cauca y ejecuté actividades de tipo práctico inherentes a la construcción de obras de ingeniería civil.

Teniendo en cuenta lo anterior, se cumple así la posibilidad que el Consejo Superior Universitario con el Acuerdo N° 051 de 2001 y el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil con la resolución N° 281 del 10 de junio de 2005, ofrecen al estudiante para participar como pasante con una entidad constructora en un proyecto definido, promoviendo la confrontación de los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera y así optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca.



### 3. RESUMEN.

El trabajo de grado modalidad pasantía, se desarrolló durante los meses de septiembre a enero cumpliendo con el tiempo establecido por la Universidad del Cauca, tiempo en el que se cumplieron los objetivos planteados para el desarrollo de la práctica, en donde se reforzaron los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación.

El desarrollo práctico del trabajo de grado se realizó en dos ámbitos diferentes y complementarios, los cuales se describen a continuación:

Primero, se hizo un seguimiento a los procesos administrativos inherentes a la oficina de apoyo técnico del Instituto Nacional De Vías Territorial Cauca, espacio en el cual se realizaron labores de tipo administrativo tales como la revisión y realización de informes, pre-actas y actas, así como el seguimiento a los procesos contractuales a cargo de la Territorial.

Segundo, se realizó el control y seguimiento a los procesos constructivos y especificaciones requeridas en cuanto al uso de materiales aptos para la ejecución de obras civiles tales como pavimentación en concreto hidráulico, pavimentación en adoquín, construcción de muros, entre otras obras complementarias a las anteriores. Este proceso práctico, se realizó formando parte de la interventoría realizada por el CONSORCIO COLTERRA quien es el encargado de vigilar la utilización de materiales óptimos para la construcción y el adecuado proceso constructivo realizado por el CONSORCIO OBRAS VIALES, cuyas obras fueron ejecutadas en el proceso contractual llamado: **“CONSTRUCCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN RUTAS 2502 y 2503”**.





#### 4. INTRODUCCIÓN.

Existe un acuerdo generalizado en la importancia que tienen los primeros años en el desarrollo de la vida profesional, pues estos suelen ser los más cruciales de todas las etapas, ya que vienen a construir el periodo en el que se construyen los cimientos para las estructuras conductuales que se constituyen durante toda la vida profesional.

Consecuencia directa del reconocimiento de la importancia de estos primeros años, es la valoración de la formación educativa que se realizó, y en concreto la necesidad de una oportuna intervención en el campo práctico con el fin de promover un adecuado progreso en la construcción de la profesión, lo que implica un normal proceso de maduración, de desarrollo evolutivo, educativo e integral.

Dentro de este contexto, mediante el desarrollo de la pasantía se logra la aplicación y el fortalecimiento de los conocimientos adquiridos durante la formación profesional, con el fin de interactuar y saber reaccionar frente a los diferentes obstáculos que se presentan durante el transcurso de la obra civil.

El desarrollo de este proyecto permite al pasante ampliar su criterio profesional no sólo en los aspectos prácticos en obra, sino también en el proceso administrativo que se debe cumplir para manejar los diversos procedimientos que como contratista, interventor o consultor de una obra, deberá ejercer y cumplir en el desarrollo de su profesión.



## 5. OBJETIVOS.

### 5.1. OBJETIVO GENERAL:

- Asistir como auxiliar en la parte administrativa para realizar tareas de carácter contractual en la oficina de apoyo técnico del Instituto Nacional de Vías Territorial Cauca y desempeñar un trabajo práctico en la supervisión de los procesos constructivos de las obras complementarias del Paso deprimido por Popayán rutas 2502 y 2503 como auxiliar del Ingeniero Residente de interventoría, de tal manera que además de aplicar los conocimientos adquiridos, se pretende obtener experiencia técnica y administrativa, al advertir y solucionar problemas que se puedan presentar en el proceso de ejecución de las obras para así optar al título de Ingeniero Civil otorgado por la Universidad del Cauca.

### 5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Participar activamente en el equipo de trabajo de la sección asignada por el Director Territorial del INVIAS para conocer de primera mano el manejo administrativo realizado por esa entidad a los procesos vigentes y en ejecución.
- Afianzar las competencias que todo profesional de la Ingeniería Civil requiere en cuanto a los aspectos prácticos y administrativos para poder desempeñarse de manera exitosa una vez haya optado por su título profesional.
- Comprender la metodología del funcionamiento administrativo que se le da a los procesos en ejecución, que permita adquirir experiencia y competitividad en el área.
- Llevar a espacios prácticos los conocimientos recopilados a lo largo del aprendizaje académico.



## 5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar visitas de campo para la recolección de información primaria para evaluar el estado y la prestación del servicio por parte de algunas carreteras no concesionadas a cargo del INVIAS – TERRITORIAL CAUCA.
- Estudiar los cronogramas, efectuar el control y evaluar el desempeño de los participantes en la construcción de las obras complementarias del paso deprimido por Popayán, aplicando la metodología exigida por el Instituto Nacional de Vías.
- Realizar acompañamiento y seguimiento integral al proceso constructivo desarrollado por los contratistas, controlando la correcta ejecución conforme lo aprendido en la Universidad del Cauca.
- Recopilar la información pertinente de las obras a ejecutar, para lograr el mejor aprovechamiento del trabajo práctico.
- Conocer y aplicar el manual de interventoría institucionalizado por el INVIAS, versión 2010.
- Presentar dos informes previos y uno final.
- Elaborar un informe con la documentación de las actividades realizadas.



## ***CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO.***

El trabajo de grado en la modalidad de pasantía se desarrolló en dos grandes espacios que contribuyeron a la formación como Ingeniero Civil tal y como sigue:

### **1. AUXILIAR ADMINISTRATIVO EN LA OFICINA DE APOYO TÉCNICO DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - TERRITORIAL CAUCA.**

La primera parte de la pasantía consistió en participar en el seguimiento a algunos procesos contractuales, tales como la revisión de los informes mensuales presentados por los diferentes interventores de la Red Terciaria, la supervisión de procesos contractuales y la elaboración de actas; a continuación se describe cada una de ellas:

**1.1 *Elaboración del informe ejecutivo trimestral:*** Corresponde a un documento que se hace cada tres meses por los gestores técnicos, en el que reposa toda la información contractual detallada de las vías no concesionadas a cargo del Instituto Nacional de Vías, el cual se crea, basándose en la información suministrada por los administradores de mantenimiento vial.

El Instituto Nacional de Vías bajo el propósito de garantizar a la sociedad la construcción, el mejoramiento y el mantenimiento de la red vial, no concesionada a su cargo, desarrolló el programa Administradores de Mantenimiento Vial para adelantar todas las gestiones y acciones tendientes a conservar y valorar el patrimonio vial y, por ende, brindar la atención adecuada que demandan permanentemente los diferentes sectores de la población que utiliza las carreteras.

Es labor de los administradores viales ejercer funciones de administración, gestión y planeación operativa y técnica, ser responsables de la dirección, coordinación y control de las actividades rutinarias y periódicas y demás acciones a favor de la adecuada y oportuna conservación de las carreteras; bajo estos preceptos, los administradores viales son los encargados de realizar visitas de campo con el fin de hacer inventarios físicos de la vía, valorar su estado y obtener información primaria concerniente a la atención de emergencias, la ejecución de algunos estudios y el inventario de accidentes, entre otras. Dichas actividades se compilan en un documento llamado Informe Ejecutivo Trimestral (Ver Anexo 1: Informe ejecutivo trimestral).



El pasante participó activamente tanto en la elaboración del informe ejecutivo trimestral como en la verificación de la información suministrada por los administradores viales.

En la preparación del informe ejecutivo trimestral el estudiante tuvo en cuenta aspectos, tales como:

- La comparación con informes ejecutivos trimestrales anteriores para evaluar el grado de deterioro en las vías no concesionadas de la red terciaria a cargo de INVIAS Cauca.
- La revisión del registro de accidentes y sus posibles causas presentados en cada una de las vías para determinar sitios críticos en cuanto a accidentalidad.
- El estudio de los comentarios suministrados por los administradores viales para tener en cuenta los trabajos que se adelantan en cada una de las carreteras y los sitios en los cuales se presenta deterioro acelerado de la vía.
- La veracidad de la información lo que se confirmó haciendo visitas de campo.

En la elaboración del informe, se ampliaron y reforzaron conocimientos en el manejo de programas como Excel, Word y Powerpoint, siendo estas herramientas fundamentales para la realización de cualquier documento.

**1.2 Supervisión en el proceso adjudicatario: Interventoría para el mejoramiento de la carretera Patíco-Río Mazamorra, Ruta 2002, Dirección Territorial Cauca:** Se participó activamente en el proceso adjudicatario que tuvo como finalidad el mejoramiento de la carretera Patíco-Río Mazamorra. Durante este periodo se llevaron a cabo actividades de tipo administrativo tales como la realización de la convocatoria mediante invitaciones a cotizar, la recepción de propuestas, la evaluación de proponentes y la realización de actas conforme los cronogramas establecidos en el pliego de condiciones correspondiente a este proceso (Ver Anexo 2: Proceso adjudicatario IN-CO-DT-CAU-003-2010.).



El llamado a los proponentes se realizó utilizando un recurso llamado invitación a cotizar debido al monto del contrato y mediante el cual se busca invitar a personas naturales o jurídicas a participar activamente en el proceso de selección de interventores aptos para el cargo lo cual es competencia directa del Director de la Territorial.

El pasante participó activamente en el procedimiento de evaluación de las propuestas en el cual se tuvieron en cuenta aspectos técnicos y jurídicos de las ofertas, los cuales mediante la aplicación de fórmulas matemáticas establecidas en los pliegos de condiciones otorgaron puntos, siendo el favorecido el más apto para desempeñarse como interventor(a) del proceso en mención.

El pasante se encargó de estudiar la información suministrada en las propuestas establecidas, verificando la autenticidad y vigencia de las mismas, entre los documentos revisados se encuentran:

- La carta de presentación de la propuesta, matrícula profesional y copia.
- Documento de conformación de consorcios o uniones temporales.
- Existencia y representación legal.
- Existencia y representación legal personas naturales y jurídicas.
- Certificado de inscripción en el registro único de proponentes.
- Certificado de antecedentes fiscales de la contraloría general de la república.
- Certificado de antecedentes disciplinarios de la procuraduría general de la nación.
- Capacidad residual de contratación.
- Certificación de pagos de seguridad social y aportes parafiscales.



En el desarrollo de todo el proceso adjudicatario, el estudiante bajo la supervisión del gestor técnico, elaboró actas informando todos y cada uno de los procedimientos realizados en la selección del oferente.

## **2. INTERVENTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN.**

### **2.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.**

#### **2.1.1. ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO.**

En desarrollo del contrato se seguirán las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, última actualización, para los Contratos de Obra; las particulares para este proyecto y las Normas de Ensayo de Materiales para carreteras del Instituto Nacional de Vías vigentes. La localización y características de las señales de tránsito, tanto provisionales como definitivas, deberán acogerse a lo especificado en el Manual sobre Dispositivos para Regulación del Tránsito en Calles y Carreteras de mayo de 2004, o el que lo sustituya. Además, el contratista favorecido está obligado a gestionar y obtener previamente, ante la respectiva autoridad competente, los permisos, concesiones o autorizaciones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, cuando a ello haya lugar, así como cumplir con todos los requisitos indispensables para esta clase de obras.

Es responsabilidad de la Interventoría garantizar el cumplimiento de las Especificaciones, así como el ordenamiento de modificaciones, nuevas cantidades de obra y además los resultados de medición y pago de todas las obras realizadas.

El Interventor, por lo tanto, podrá no sólo exigir el cumplimiento de las especificaciones mínimas, sino de todas aquellas normas de diseño constructivo, así como ordenar las pruebas y ensayos del caso, cuando así lo considere pertinente, aunque estas pruebas impliquen alguna incomodidad, costo adicional o alguna pequeña demora en la construcción del proyecto.

Deberá revisar todos los diseños, incluyendo los estructurales antes del inicio de las obras. De igual manera, por circunstancias especiales no previstas en los planos y/o especificaciones, el Interventor pondrá, previo convenio entre las partes, modificar o realizar nuevas especificaciones, teniendo en cuenta las incidencias que puedan resultar en la obra, como son las referidas a tiempos y a dinero.



Durante la construcción, se debe contar con control permanente, indispensable a nivel de las etapas de suelos y especialmente a nivel de pavimentos y por lo mismo, es necesario, que se llegue a un convenio con el Ingeniero calculista para que mantenga una supervisión permanente durante la construcción de las obras por él calculadas, o en su defecto que delegue en otro Ingeniero estas responsabilidades.

### **2.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

En medio de la búsqueda por alcanzar un objetivo de rentabilidad social generalizada, la movilidad y la recuperación del espacio público se convierten en aspectos sumamente importantes para mantener el control y el orden en el buen funcionamiento y coordinación de la movilidad en la ciudad.

Conforme a lo anterior, en la obra se desarrolló la pavimentación de las vías lentas para mejorar el funcionamiento de la malla vial y la recuperación del espacio público del sector comercial por medio de la construcción de andenes.

El levantamiento de obras adicionales que no se tenía previsto, como la construcción de muros fachadas, le dio una visión estéticamente agradable al sector, generando un ambiente propicio para el esparcimiento y la integración de la comunidad.

Con los recursos disponibles para este proyecto se mejoró la calidad de vida de todas las personas que se ven beneficiadas directa o indirectamente. Además, se contribuyó a la generación de empleo, a un mejor manejo del servicio público, a brindar mayor seguridad al peatón, etc.

El pasante participó activamente en la supervisión de las siguientes obras:

- Pavimentación de las calzadas de servicio en la Carrera 17 entre la Calle 2 y la Calle 8 costados oriental y occidental.
- Construcción de andenes en la Carrera 17 entre la Calle 2 y la Calle 8 costados oriental y oriental.
- Construcción de muro fachada en la Carrera 17 con Calle 4 esquina costado occidental.



- Construcción de muro fachada en la Carrera 17 entre la Calle 4 y la Calle 5 costado oriental.
- Construcción de muro fachada en la Carrera 17 con Calle 4 esquina costado oriental.

### 2.1.3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto se encuentra localizado en la ciudad de Popayán en la Carrera 17 en el Barrio La Esmeralda, con una alta concentración de actividades comerciales. El área de influencia directa del proyecto constituye el costado oriental y occidental de la Carrera 17 entre la Calle 8 y la Calle 2.

Figura 1: Detalle de la localización de las obras complementarias del paso deprimido por Popayán Ruta 2502 y 2503.



Fuente: Anexo Técnico. LP-SGT-SRN-069-2009.

#### **2.1.4. FUENTE DE MATERIALES**

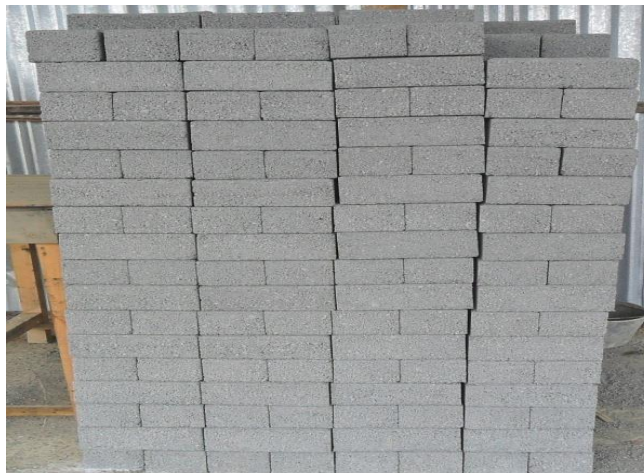
- El concreto hidráulico premezclado fue suministrado por la planta de PREDELCA, ubicada en el parque industrial de la ciudad de Popayán.

Fotografía 1: Instalaciones Planta PREDELCA que suministró el concreto hidráulico.



- La empresa PREFABRICADOS suministró los sardineles, bordillos y acabado de piso en adoquín de concreto color gris, ubicada en el parque industrial de la ciudad de Popayán.

Fotografía 2: Detalle de Adoquín de concreto, suministrado por PREFABRICADOS.



- La sub-base y la arena fueron suministradas por la empresa CONEXPE ubicada en la vereda Pisojé alto, en la ciudad de Popayán.

Fotografía 3: Subbase suministrada por CONEXPE.



- La empresa METALTEC, ubicada en la vía al bosque en la ciudad de Popayán, abasteció la loseta guiadora prefabricadas en concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> ancho promedio 0,40x0,40 m e=0,08 m texturizadas en alto relieve.

Fotografía 4: Aspecto de Loseta guiadora,  
Abastecida por METALTEC.



- El acabado de piso en adoquín de arcilla de 0,20x0,10x0,08 m fue suministrado por la empresa ARCILLAS DE COLOMBIA localizada en la ciudad de Bogotá.

Fotografía 5: Detalle de Adoquín de arcilla,  
Suministrado por ARCILLAS DE COLOMBIA.







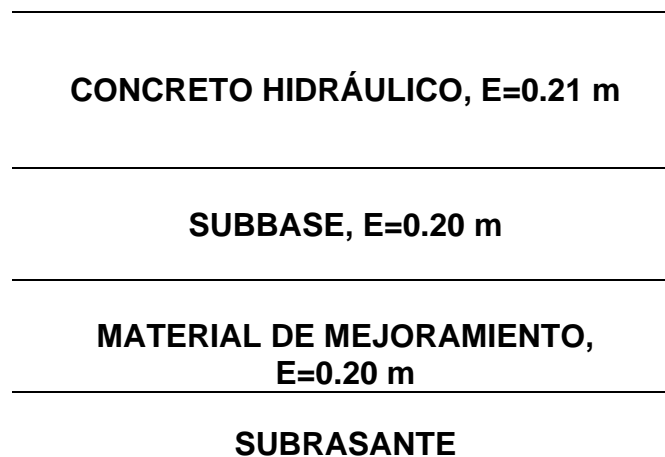
## **2.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS.**

Con el propósito de brindar espacios adecuados para la movilidad peatonal y el tránsito vehicular se ejecutaron las siguientes obras, las cuales fueron supervisadas por el pasante:

### **2.2.1. PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO HIDRÁULICO.**

Comprende procedimientos y operaciones mediante las cuales se busca brindar una superficie segura, útil y durable a todo tipo de tránsito previsto durante un tiempo determinado. En la Figura 2 se presenta la estructura típica del pavimento.

Figura 2: Esquema de la estructura típica del pavimento rígido.





El proceso de pavimentación comprende algunas labores a ejecutar tales como:

#### **2.2.1.1. Subrasante natural.**

- **Caracterización del suelo de sub- rasante.**

Previo al inicio de las obras complementarias se realizó un estudio de suelos con el fin de identificar los diferentes estratos del subsuelo y determinar sus propiedades físicas y mecánicas más importantes. Se llevaron a cabo las exploraciones del subsuelo que consistieron en perforaciones en el sitio a una profundidad máxima posible (Aproximadamente 2.80 m), con equipo manual debido a la característica y resistencia del suelo encontrado (Ver Anexo 3: Caracterización material de subrasante).

- **Excavación en material común.**

Consiste en retirar el material considerado como no apto para sobre él cimentar la estructura brindando los niveles que reposan en los diseños para la colocación de cada una de las capas que conforman el pavimento.

- **Preparación de suelo de la subrasante.**

Debido a que las características físicas y mecánicas del suelo encontrado en la zona no cumplían con los requerimientos de diseño (en algunos sitios), hubo que utilizar un material de mejoramiento de la sub-rasante, el cual se evaluó siguiendo todas y cada una de las especificaciones del INVIAS para materiales de relleno (Ver Tabla N°1) dando como resultado un comportamiento apto para la utilización como material de mejoramiento.

Tabla 1: Requisitos de los materiales para terraplenes.

CARACTERISTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Zona de aplicación en el terraplén		corona núcleo cimiento	corona núcleo cimiento	núcleo cimiento
Tamaño máximo	E-123	75 mm	100 mm	150 mm
Porcentaje que pasa el tamiz de 2mm (No. 10)	E-123	≤ 80% en peso	≤ 80% en peso	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 μm (No.200)	E-123	≤ 25% en peso	≤ 35% en peso	≤ 35% en peso
Contenido de materia orgánica	E-121	0%	≤ 1%	≤ 2%
Límite líquido	E-125	≤ 30%	≤ 40%	≤ 40%
Índice plástico	E-126	≤ 10%	≤ 15%	-
C.B.R. de laboratorio (Nota 1)	E-148	≥ 10%	≥ 5%	≥ 3%
Expansión en prueba C.B.R.	E-148	0%	≤ 2%	≤ 2%
Índice de colapso (Nota 2)	E-157	≤ 2%	≤ 2%	≤ 2%
Contenido de sales solubles	E-158	≤ 0.2%	≤ 0.2%	-

Fuente: Artículo 220, INV-2007.

Por parte de la interventoría se verificó la cantera de extracción del material a utilizar como mejoramiento, teniendo en cuenta entre otros los resultados de laboratorio presentados en el Anexo 4: Evaluación de cantera planta trituradora Pisojé Alto.

Con base en la comparación de los resultados obtenidos con las especificaciones requeridas, se aprobó el material de mejoramiento y se autorizó su extendido en una capa de 20 cm.



### 2.2.1.2. Material de Mejoramiento.

El seguimiento realizado por parte de la interventoría para la correcta colocación, humedecimiento, extensión, conformación, compactación y terminado de la capa de material de mejoramiento se hizo teniendo en cuenta entre otros los siguientes factores:

1. Evaluación cualitativa del estado del material: se hace para identificar rastros de posible contaminación, humedad excesiva y/o presencia de sobre-tamaños en el material.
2. Niveles en el eje y en los costados de la vía: al verificar los niveles, ratificamos que el pavimento tiene los espesores indicados para cada capa y las pendientes para el correcto funcionamiento de la estructura. Esto lo realizó la comisión de topografía a cargo de la Interventoría.
3. Chequear espesores en algunos puntos aleatorios: confirma que las superficies de apoyo a la losa cumplen con lo especificado en el diseño del pavimento.
4. Verificar que el porcentaje de compactación del suelo se encontrara en un 95% o más del proctor modificado (Anexo 4: Peso unitario del suelo en el terreno, método del cono de arena - ensayo realizado por Geofísica). Es el último ensayo que se realiza, y define en gran manera el comportamiento de las capas de apoyo a la losa y da viabilidad para la colocación de la siguiente capa.
5. Inspección visual al terminado de la capa: este procedimiento nos ayuda a identificar sitios con irregularidades que darían lugar a empozamientos, lo cual se hace crítico en la capa de mejoramiento del suelo ya que en la capa de sub-base granular, estas irregularidades pueden ser remplazadas por el concreto de la losa garantizando que los espesores en dichas zonas irregulares tengan una losa de mayor espesor mejorando ostensiblemente el trabajo de la estructura del pavimento.





### 2.2.1.3. Sub-base granular.

- **Colocación, humedecimiento, extensión, conformación, compactación y terminado de la capa de subbase.**

Definición: Se denomina sub-base granular a la capa granular localizada entre la sub-rasante y la base granular en los pavimentos asfálticos o la que sirve de soporte a los pavimentos de concreto hidráulico, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización<sup>1</sup>.

Para la aceptación del material que iba a ser utilizado como subbase granular, la interventoría se apoyó en el Artículo 300.2 correspondiente a las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras INVIAS 2007, el cual establece las condiciones de evaluación del material apto para su utilización como apoyo a la estructura de pavimento.

Materiales: Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el Numeral 300.2 del Artículo 300 proporcionado por las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras INVIAS 2007, para dichos materiales. Además, se deberán ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se indican en la Tabla 02. Los documentos del proyecto indicarán la franja por utilizar.

Artículo 300.2: Para la construcción de bases granulares, será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica. Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material<sup>2</sup>.

---

1. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Artículo 320, especificaciones generales de construcción de carreteras. 2007.

2. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Artículo 300, especificaciones generales de construcción de carreteras. 2007.



Tabla 2: Franjas granulométricas del material de subbase.

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	SBG-1	SBG-2
50.0 mm	2"	100	
37.5 mm	1 ½ "	70-95	100
25.0 mm	1"	60-90	75-95
12.5 mm	½"	45-75	55-85
9.5 mm	3/8"	40-70	45-75
4.75 mm	No.4	25-55	30-60
2.0 mm	No.10	15-40	20-45
425 µm	No.40	6-25	8-30
75 µm	No.200	2-15	2-15

Fuente: Artículo 300, INV-2007

Lo anterior fue objeto de verificación por medio de ensayos de laboratorio ordenados por la interventoría y realizados por una entidad competente en este campo (GEOFÍSICA), se corroboró el cumplimiento del material para su utilización como material de apoyo a la losa de concreto hidráulico ajustándose a la franja granulométrica SBG-2 consignada en la Tabla 2. Dicho ensayo se encuentra en el Anexo 5 del presente documento.

Se verificó además que la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz No. 200 y el porcentaje que pasa el tamiz No. 40, no excediera de  $\frac{2}{3}$  (Como se puede observar esta relación fue de  $0.60 < 0.67$ ) y el tamaño máximo nominal no fuera mayor de 2" ( $\frac{1}{3}$  del espesor de la capa compactada.)

Los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales a emplear en la construcción de capas granulares se resumen en la Tabla 3. Los requisitos granulométricos se presentan en la especificación respectiva.



Tabla 3: Requisitos para afirmados, bases granulares y subbases granulares.

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	NT1			NT2			NT3	
		AFIRMADO	SUBBASE GRANULAR	BASE GRANULAR	AFIRMADO	SUBBASE GRANULAR	BASE GRANULAR	SUBBASE GRANULAR	BASE GRANULAR
Composición									
Granulometría	E-213	Tabla 311.1	Tabla 320.1	Tabla 330.1	Tabla 311.1	Tabla 320.1	Tabla 330.1	Tabla 320.1	Tabla 330.1
<b>Dureza</b>									
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A)									
- En seco, 500 revoluciones (%)		≤50	≤50	≤40	≤50	≤50	≤40	≤50	≤35
- En seco, 100 revoluciones (%)	E-218	—	—	≤8	—	—	≤8	—	≤7
- Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones (%)		—	—	≤55	—	—	≤55	—	≤50
- Relación húmedo/seco, 500 revoluciones		—	—	≤2	—	—	≤2	—	≤2
Desgaste en el equipo Micro-Deval (%)	E-238	—	—	—	—	≤35	≤30	≤30	≤25
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10% de Finos									
- Valor en seco. (KN)	E-224	—	—	—	—	—	≥70	—	≥90
- Relación húmedo/seco (%)		—	—	—	—	—	≥75	—	≥75
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable (%)	E-211	—	≤2	≤2	—	≤2	≤2	≤2	≤2
<b>Durabilidad</b>									
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfatos									
- Sulfato de sodio (%)	E-220	≤12	≤12	≤12	≤12	≤12	≤12	≤12	≤12
- Sulfato de magnesio (%)		≤18	≤18	≤18	≤18	≤18	≤18	≤18	≤18
<b>Limpieza</b>									
Límite líquido (%)	E-125	≤40	≤40	≤40	≤40	≤40	—	≤40	—
Índice de plasticidad (%)	E-126	4 - 9	≤6	≤3	4 - 9	≤6	0	≤6	0
Equivalente de arena (%)	E-133	—	≥25	≥30	—	≥25	≥30	≥25	≥30
Valor de azul de metileno (1)	E-235	—	—	≤10	—	—	≤10	—	≤10
Contracción lineal	E-127	Artículo 311	—	—	Artículo 311	—	—	—	—
<b>Geometría de las partículas</b>									
Índices de alargamiento y aplanamiento (%)	E-230	—	—	≤35	—	—	≤35	—	≤35
Porcentaje de caras fracturadas (una cara)	E-227	—	—	≥50	—	—	≥50	—	≥60
Angularidad de la fracción fina (%)	E-239	—	—	—	—	—	≥35	—	≥35
<b>Resistencia del material</b>									
CBR (%) Nota : Porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión. Método D.	E-148	≥15	≥30	≥80	≥15	≥30	≥80	≥30	≥100

(1) El ensayo de Valor de azul de metileno solo será exigido cuando el equivalente de arena del material de base granular sea inferior a treinta (30), pero igual o superior a veinticinco (25)  
Fuente: Artículo 300, INV-2007.



Una vez recibida la capa de material de mejoramiento o la subrasante natural conforme a las especificaciones vigentes, la interventoría autorizó la colocación de la capa de material de subbase a la cual se le hicieron los siguientes controles:

1. Evaluación cualitativa del estado del material: se hace para identificar rastros de posible contaminación, humedad excesiva y/o presencia de sobretamaños en el material.
2. Niveles en el eje y en los costados de la vía: al verificar los niveles, ratificamos que el pavimento tiene los espesores indicados para cada capa y las pendientes para el correcto funcionamiento de la estructura.
3. Chequear espesores en algunos puntos aleatorios: confirma que las superficies de apoyo a la losa cumplen con lo especificado en el diseño del pavimento.
4. Al igual que en la capa de material de mejoramiento, se debe verificar que el porcentaje de compactación del suelo estuviera en un 95% o más del proctor modificado (Ensayo realizado por Geofísica): es el último y el ensayo que define en gran manera el comportamiento de las capas de apoyo a la losa y el cual da la viabilidad para la colocación de losa.
5. Inspección visual al terminado de la capa: este procedimiento nos ayuda a identificar sitios con irregularidades que darían lugar a empozamientos de agua, y se hace crítico en la capa de mejoramiento del suelo ya que en la capa de sub-base granular, estas irregularidades pueden ser remplazadas por el concreto de la losa lo cual hace que los espesores en dichas zonas irregulares tengan una losa de mayor espesor mejorando ostensiblemente el trabajo de la estructura del pavimento.

Fotografía 6: Evaluación cualitativa y cuantitativa del estado del material de subbase granular – Carrera 17 costado Suroccidental.



Fotografía 7: Extensión y conformación de la capa de subbase granular– Carrera 17 costado Suroccidental.



Fotografía 8: Humedecimiento de la capa de subbase granular– Carrera 17 costado Suroccidental.



Fotografía 9: Terminado de la capa de subbase – Calle 6 esquina costado occidental.







#### 2.2.1.4. Losas de concreto hidráulico.

Una vez recibida la capa de subbase granular conforme las especificaciones vigentes y previamente a la fundición de la losa de concreto hidráulico, por parte de la interventoría se realizaron los siguientes controles:

1. Chequeo de la modulación de la fundición: Se debe hacer verificando que la relación de esbeltez (1-1.3) de cada una de las losas se cumpla.

La presencia de sumideros, pozos o cámaras de inspección, hacen que en estos lugares, se presenten zonas potenciales de falla debido a que la geometría de la losa se ve afectada (Alterando su relación de esbeltez), creando bordes y/o esquinas que son muy susceptibles a fallas, ante lo cual por parte de la interventoría se exigía la colocación de parrillas de refuerzo. Las varillas utilizadas para dichas parrillas eran de media pulgada ( $\frac{1}{2}$ "), separadas 25 cm centro a centro, lo cual era objeto de chequeo por parte de la interventoría.

2. Alineación de la formaleta metálica: Las secciones de formaleta para la construcción tienen una longitud de tres metros (3 m) y su altura es de 21 cm (Altura igual al espesor de la losa del pavimento), posee la suficiente rigidez para que no se deforme durante la colocación del concreto, tienen orificios para insertar a través de ellos los pasadores o las barras de anclaje en la mitad de su espesor a los intervalos requeridos, la formaleta se instala debidamente alineada respecto al trazado geométrico de la vía y nivelada de acuerdo a las cotas de las abscisas con la ayuda de una comisión topográfica.

3. Posicionamiento de los pasadores: Estos elementos se localizan entre losas continuas, sirven como mecanismo para garantizar una correcta transferencia de cargas y que los esfuerzos en las losas se mantengan dentro de los rangos aceptables de diseño; los pasadores son de acero liso tienen una longitud de 45 cm y una pulgada de diámetro (1"). Los pasadores al igual que la formaleta metálica se debían recubrir con grasa para evitar la adherencia entre estos elementos y prevenir la corrosión.

Una inadecuada colocación de los pasadores generarían pérdida de transferencia de carga, mayores esfuerzos en los bordes de las losas y fisuras por amarre de las mismas. Por lo tanto, se utilizaron canastillas que se ubicaron de tal forma que el centro de la junta, coincidiera con el centro de la canastilla y por supuesto con el punto medio de los pasadores,



ancladas firmemente a la capa de subbase para evitar que fueran movidas por la mezcla, ubicando los pasadores con una separación de 35 cm centro a centro debidamente alineados.

4. Recubrimiento de la formaleta con ACPM: Se realizaba mediante una simple inspección visual, lo que evitaba la adherencia entre el concreto y la formaleta.

5. Toma del asentamiento del concreto hidráulico: Una vez instalada la formaleta y las canastillas, se procedió a dejar correr la mezcla de concreto desde la Mixer con el fin de tomar una muestra al azar para realizarle el chequeo del asentamiento tal y como sigue: Se humedece el interior del molde cónico, se sujeta el molde firmemente con los pies y se llena el tercio del volumen del cono, se apisona 25 veces con una varilla estandarizada evitando que la misma toque la base en que se apoya el cono, seguidamente se coloca una segunda capa de aproximadamente un tercio del volumen del molde y se puya 25 veces cuidando que la varilla penetre ligeramente la capa anterior. Posteriormente, se llena el molde colocando un poco más del concreto necesario para llenar el cono y se chuza otras 25 veces. Luego se aparta el concreto que haya caído alrededor del molde, se levanta el molde verticalmente sin generar ningún tipo de torsión, se ubica al lado del concreto ensayado, se coloca la varilla horizontalmente en la cara superior del cono y se mide la distancia entre la varilla colocada sobre el molde y la cara superior del concreto, siendo esta distancia el asentamiento de la mezcla. Esta medida debía estar comprendida entre tres y cinco pulgadas (3"-5") de lo contrario de consideraría como no apta para el proceso de pavimentación lo cual fue objeto de verificación por parte de la interventoría.

De igual manera, en forma aleatoria se tomaban muestras para ensayos tales como resistencia a la compresión simple mediante la toma de cilindros y resistencia a la flexión tomando como muestra vigas de dimensiones estandarizadas, tal y como lo indican las normas de ensayo. Tales ensayos los realizó Geofísica y se encuentran en el Anexo 6: Calidad del concreto hidráulico.

Chequeos previos a la fundición:

Fotografía 10: Alineación de la formaleta metálica, posicionamiento de las canastillas y pasadores – Carrera 17 costado Nororiental.



Fotografía 11: Toma del asentamiento.



Fotografía 12: Chequeo de pasadores y canastillas.







Durante el proceso de fundición de la losa de concreto hidráulico, por parte de la interventoría se realizaron los siguientes controles:

1. Humedecimiento de la capa de apoyo a la losa: Se hacía mediante inspección visual, para evitar que se perdiera el agua de la mezcla por la absorción de la capa subsiguiente (Subbase).
2. Durante el vaciado, se vigiló la altura de descarga a una altura inferior de 1 m, con el fin de evitar la segregación del concreto.
3. Vibración interna: Este procedimiento se hizo con suma cautela ya que no realizarlo o ejecutarlo incorrectamente, implica entre otras cosas agrietamiento prematuro y/o segregación de la mezcla, ambos agentes perjudiciales al proceso de pavimentación y a la vida útil del proyecto.
4. Barras de anclaje: Por parte de la interventoría, se chequeaba el posicionamiento de las barras de anclaje en cada uno de los orificios de la formaleta metálica (Perlín) ya que éstas son garantía de la transmisión de esfuerzos en sentido transversal.
5. Terminado de la losa: Este proceso se llevó a cabo en tres etapas, como se describe:
  - Con la llana metálica: Se pasaba una llana metálica de dimensiones adecuadas de lado a lado en sentido perpendicular al tránsito con el objeto de nivelar la superficie e identificar y rellenar sitios porosos en la superficie de la losa, por lo cual dejaba un terminado rústico en la superficie del pavimento.
  - Con la regla vibratoria: Con este procedimiento se lograba darle un terminado mucho más uniforme a la superficie de la losa de concreto además de sellar los poros mediante el reacomodo de la mezcla de concreto.
  - Con la flotadora: Se hacía con la ayuda de un aditivo llamado SIKA FILT para aumentar la manejabilidad del concreto y así dar un acabado liso y uniforme al pavimento.



6. Micro-texturizado: El micro texturizado se realizó corriendo una tela de yute húmeda a lo largo del tramo de concreto en forma longitudinal.

De la buena realización de este procedimiento depende en gran manera la seguridad en la vía, ya que la distancia de frenado de los vehículos tiene relación directa con el grado de adherencia o fricción que hay entre la superficie de contacto neumático – concreto, lo cual se obtiene o mejora aumentando la rugosidad a las superficies mediante el micro-texturizado.

7. Macro-texturizado: Para completar la seguridad y el acabado de la vía, se realizó el MACRO TEXTURIZADO, el cual garantiza un excelente comportamiento como drenaje transversal y ayuda a dotar al pavimento de una superficie altamente rugosa y segura ante el deslizamiento.

El proceso constructivo se logra mediante el uso de una texturizadora y el momento para realizar el macro texturizado es cuando el concreto esté lo suficientemente plástico, pues se debe evitar su aplicación tardía ya que obligaría a una mayor presión o profundidad, lo que terminaría sacando agregado del concreto y dejando un acabado irregular.

8. Curado: En el proceso constructivo el curado es uno de los procedimientos de cuidado y de gran importancia, ya que el principal objetivo es mantener el concreto a una humedad y regímenes de temperatura adecuados. El compuesto curador que se utilizó fue ANTISOL el cual se aplicaba después de efectuarse el texturizado transversal con el fin de que el concreto desarrolle la resistencia especificada, certificando su durabilidad. Por parte de la interventoría se vigiló la correcta aplicación de este agente, controlando el tiempo y la forma de aplicación mediante rociadores sobre toda la superficie expuesta a la intemperie.

9. Corte de las losas (Juntas y dovelas): Se hizo una ranura de aproximadamente 15 cm (3/4 del espesor de la losa) en sentido transversal y longitudinal al tráfico para controlar la aparición de fisuras por el alabeo (Concavidad y convexidad) de la losa debido a los cambios de temperatura por la aparición de los esfuerzos.



El corte de las losas se hizo con la ayuda de una cortadora siguiendo las marcas dejadas en el proceso de macro-texturizado. Dichos cortes se hicieron al cabo de 4 a 7 horas después de fundida la losa, dependiendo de las condiciones climáticas (Humedad y temperatura) durante el curado y el tipo de mezcla utilizada.

Este corte deberá realizarse cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. Es importante iniciar el corte en el momento adecuado, ya que de empezar a cortar antes de tiempo se pueden causar daños en los bordes de las losas. En el caso de realizar el corte en forma tardía, se estaría permitiendo que el concreto definiera los patrones de agrietamiento y de nada servirían los cortes por realizar.

10. Manejo de juntas transversales y longitudinales: Por parte de la interventoría se realizó el seguimiento al procedimiento de sellado de las juntas transversales y longitudinales, con el fin de verificar que el proceso se efectuara de la forma correcta tal y como sigue:

- Limpieza de los cortes: Se realizaba con la ayuda de una pulidora, la cual extraía los agregados que habían ingresado en la ranura para garantizar la adherencia entre el material y el sellante.
- Instalación del cordón: Se hacía con la ayuda de un palustre, el cual insertaba el cordón en el corte efectuado anteriormente; este previene el ingreso del agua hacia la subbase para evitar la erosión de esta capa cuando aparezcan los esfuerzos debidos al tránsito (bombeo).
- Aplicación del sello: Se emplearon productos de poliuretano. Se efectuó el sellamiento a la junta con silicón. La superficie del sello debe quedar a una profundidad, entre 3 y 5 mm por debajo de la rasante.

Seguimientos realizados en el proceso de fundición:

Fotografía 13: Vaciado del concreto – Carrera 17 entre Calles 7 – 8 costado Suroccidental.



Fotografía 14: Riego y esparcimiento del concreto – Carrera 17 con Calle 8 esquina costado Suroriental.



Fotografía 15: Vibrado interno del concreto - Carrera 17 entre Calles 8 – 8A costado Suroccidental.



Fotografía 16: Terminado con flotadora de la losa de concreto – Carrera 17 con Calle 7 costado Suroccidental.





Fotografía 17: Aplicación del agente curado - Carrera 17 con Calle 7 costado Suroccidental.



Fotografía 18: Micro-texturizado Carrera 17 con Calle 7 costado Suroccidental.



Fotografía 19: Macro-texturizado.



Fotografía 20: Apariencia de la losa con el agente curador curador - Carrera 17 con Calle 6B esquina costado Suroccidental.



Fotografía 21: Elaboracion del corte de las juntas – Carrera 17 costado Suroccidental.



Fotografía 22: Limpieza de juntas– Carrera 17 con Calle 7 esquina costado Suroccidental.



Fotografía 23: Posicionamiento del cordón en la junta.



Fotografía 24: Aplicación del agente sellador de las juntas.



## 2.2.2. ADECUACIÓN DE ANDENES.

La adecuación de los andenes para el tránsito peatonal se modela como un tipo de pavimento adoquinado (flexible) multicapas para un tránsito liviano, por lo cual se admite cierta flexibilidad en cuanto al cumplimiento de todos los ensayos a que se refiere la norma.

### 2.2.2.1. Elementos utilizados en la construcción de los pavimentos adoquinados.

- Bordillos y sardineles: Elementos prefabricados en concreto con una resistencia superior o igual a  $210 \text{ kgf/cm}^2$ , utilizados para realizar el confinamiento de los adoquines (Ver figuras 05 y 06).

Figura 5: Modelo Sardinel

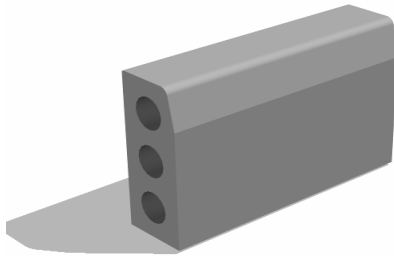
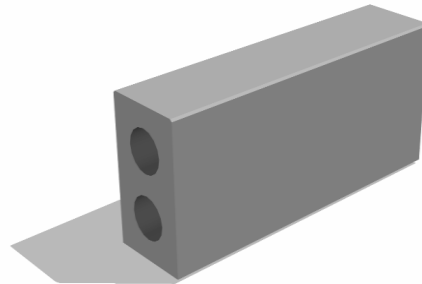


Figura 6: Modelo Bordillo



- Losetas Guiadoras: Son cuadros de concreto simple con una dimensión de  $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ , que poseen una pigmentación rojiza y biselada por una de sus caras (Ver fotografía 25).

Fotografía 25: Loseta Guiadora.





- Adoquines: Son piedras o bloques labrados de forma rectangular que se utilizan en la construcción de pavimentos adoquinados principalmente. Los utilizados en la obra fueron de dos tipos, de concreto con un color gris y los de arcilla con un color naranja (Ver fotografías 26 y 27).

Fotografía 26: Adoquín de Concreto.



Fotografía 27: Adoquín de Arcilla.



#### **2.2.2.2. Proceso constructivo de los pavimentos adoquinados.**

Se inicia la construcción de las obras de arte correspondientes a la adecuación de andenes para el tránsito peatonal, las cuales comprenden los siguientes aspectos constructivos:

1. Demolición de las estructuras existentes, tales como gradas y losas de concreto.
2. Excavación a mano en material común: se realizó para brindar los niveles requeridos en la instalación de cada una de las capas que conformaron el pavimento adoquinado, así como para la instalación de los elementos confinantes tales como bordillos y sardineles (Ver fotografía 28).
3. Instalación de bordillos y sardineles: Se hizo utilizando como asiento a este elemento, una mezcla pobre de mortero de aproximadamente 5 cm con bajo contenido de agua (solado), para brindar estabilidad, niveles y pendientes requeridas (Ver fotografía 29).





4. Riego, extensión y compactación de la capa de sub-base: Se llevó a cabo en forma manual distribuyéndose el material uniformemente en toda el área objeto de la instalación del adoquín. Esta capa se compactó mediante medios mecánicos (saltarín) hasta obtener los niveles necesarios para la colocación de la capa de arena de asiento o soporte (Ver fotografía 30).
5. Colocación y nivelación de la capa de arena (de asiento): La arena se colocó seca y en un espesor uniforme de 7 cm tal que, una vez compactado el pavimento, la capa mantuviese un espesor comprendido entre 30 y 40 mm. La capa de arena se extendió coordinadamente con la colocación de los adoquines, de manera que no quedó expuesta al término de la jornada de trabajo (Ver fotografía 31).
6. Instalaciones de adoquines y losetas guidoras: Los adoquines se colocaron directamente sobre la capa de arena (sin compactar), manteniendo los niveles de los adoquines aproximadamente 4 mm por encima del nivel fijado por los bordillos o sardineles (Ver fotografía 32).
7. Riego de la arena de sello: Esta capa se extendió a lo largo y ancho de todo el paño, llenando completamente las juntas entre adoquines y dejándose una lámina de aproximadamente 3 mm por encima de los adoquines (Ver fotografía 33).
8. Compactación: Se realizó con la ayuda de medios mecánicos (rana) hasta lograr una superficie homogénea en toda su área. Se tuvo especial cuidado con el proceso debido a que se pueden ocasionar daños a los adoquines, para lo cual se exigió aplicar la energía del medio compactador sobre una lámina de madera (triplex) (Ver fotografía 34).

Por parte de la interventoría se realizaron los ensayos de desgaste, flexión e inmersión a los adoquines para garantizar su correcto funcionamiento, obteniéndose como resultado un comportamiento apto para la construcción de las obras tal y como consta en el Anexo 5: Calidad de adoquines (Ladrillos).

Fotografía 28: Excavación para la instalación de bordillos Carrera 17 con Calle 3 Esquina sur.



Fotografía 29: Instalación y nivelación de bordillos Carrera 17 con calle 3 esquina sur.



Fotografía 30: Riego, extensión, conformación y compactación de la capa de subbase Parque El Cadillal.



Fotografía 31: Extensión y nivelación de la capa de arena de asiento Carrera 17 con calle 5 isla costado sur.





Fotografía 32: Colocación de los adoquines Carrera 17 con calle 3 esquina norte.



Fotografía 33: Extensión de la capa de arena de sello Carrera 17 entre calles 2 y 2A.



Fotografía 34: Compactación de adoquines Parque el Cadillal.



Fotografía 35: Terminado Carrera 17 con calle 2 esquina norte.





### **2.2.3. MUROS ESTRUCTURALES (MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL).**

Se llama mampostería al sistema tradicional de construcción que consiste en erigir y paramentos para diversos fines, mediante la colocación manual de los elementos o materiales que los componen (denominados mampuestos) que pueden ser: ladrillos, bloques de cemento prefabricados, piedras talladas, u otros.

Este sistema permite una reducción del desperdicio de los materiales empleados y genera fachadas portantes; es apta para construcciones en alturas grandes. La mayor parte de la construcción es estructural.

En el proyecto se optó por construir muros de mampostería reforzada, su construcción se hace utilizando piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero (grouting), reforzadas internamente con barras y alambres de acero, según lo especificado en los planos de diseño (Anexo 6: Planos estructurales muros fachada).

Para efectos de diseño sismo-resistente, este sistema estructural se clasifica como con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (DES).

Las herramientas utilizadas son las más comunes en la ejecución y revisión de mampostería:

- Regla metálica o codal, para evaluar la plenitud horizontal y vertical de los muros.
- Nivel, para verificar la posición de los ladrillos y el nivel de enrase de los muros.
- Flexómetros, para verificar la posición de los muros y las dimensiones de los vanos.
- Plomada de castaña, para verificar la verticalidad de los muros
- Cepillos con cerdas plásticas, para limpiar los muros.
- Tarros, palas y palustres, para la elaboración y colocación de los morteros.
- Hilos, como referencia para alinear los ladrillos.





- Escuadras metálicas, para verificar que las intersecciones de los muros tengan ángulos rectos.
- Implementos de seguridad como cascos, guantes, botas, anteojos etc.

### **2.2.3.1. Proceso constructivo y controles realizados.**

Por parte de la interventoría se realizaron los siguientes controles en los procedimientos para la ejecución de los muros:

1. Control de vecindad: Se realizó la verificación del estado de las obras adyacentes al proyecto y se tomó un registro fotográfico para constatar el impacto que la construcción de los muros pudiese generar en ellas.
2. Condiciones de excavación: Se autorizó la excavación por parte de la interventoría cuando el clima y el estado del suelo permitieran un procedimiento seguro para los obreros, por lo cual se exigió la utilización de un plástico para cubrir la zona de excavación.
3. Nivelación de la subrasante natural: Una vez realizada la excavación conforme lo establecido en los planos de diseño, se chequeó que la superficie donde se cimentaría la estructura fuera apta para adelantar las labores correspondientes al amarre del acero y la fundición de la cimentación, para lo cual se hizo necesaria la utilización de un concreto pobre como solado de limpieza y nivelación.
4. Amarre del acero: Se chequeó conforme los planos de diseño, el correcto posicionamiento, cuantía y longitudes de traslapes en la conformación del castillo de la zapata.
5. Localización del acero vertical: Una vez amarrado el acero de la cimentación se procedió a localizar el refuerzo vertical correspondiente a columnas y dovelas, lo cual se hizo teniendo en cuenta el diseño estructural.
6. Control de recubrimiento en la fundación: Previo al inicio del proceso de fundición, se verificaron los espacios para lograr un correcto recubrimiento del refuerzo en la zona inferior de la zapata, para lo cual se utilizaron unos bloques en concreto con una altura de 5 cm.



7. Chequeo de la formaleta: Se verificó el lineamiento y los espesores a fundir.
8. Inspección de la mezcla: Se vigiló que se mantuvieran las proporciones establecidas en el diseño.
9. Verificación de la cuantía de las columnas, vigas y alfajía: Una vez fundida la cimentación se procedió a chequear el diámetro, las longitudes de traslape, la cantidad de acero, la cantidad de flejes y la separación entre ellos, a todos y cada uno de los elementos estructurales que conformaron el muro.
10. Inspección a la formaleta de los elementos estructurales: Se comprobó que las medidas de la formaleta utilizada correspondieran a lo establecido en los planos, así como su recubrimiento con una mezcla de manteca y gasolina para evitar la adherencia concreto-formaleta.
11. Verticalidad de las columnas: Este control se hace con ayuda de plomos, los cuales se les comprueba la misma medida en todos los puntos en sentido vertical. El procedimiento anterior se hizo tanto al inicio como al final del proceso de fundición.
12. Vibrado interno y centrado del refuerzo: Se vigiló el correcto vibrado de la mezcla; se utilizaron trozos de madera para centrar el refuerzo, lo que fue comprobado por la interventoría.
13. Localización y nivelación de las hiladas de mampostería: Se confirmó que las hiladas se conservaran completamente horizontales y que el refuerzo coincidiera con las perforaciones verticales de todos y cada uno de los mampuestos.
14. Limpieza de las dovelas: Luego de terminar un nivel de mampostería, se procedió a inspeccionar la limpieza de todas y cada una de las dovelas con refuerzo vertical.
15. Vaciado de las dovelas: Aquellas dovelas con acero se rellenaron con un tipo de mezcla llamado grouting, al cual se controlaron sus proporciones. Seguidamente, se verificó que cubriera todos los rincones de la dovela mediante la apertura de un orificio en la primera hilada de la mampostería por el cual se dejaba salir mezcla.

Fotografía 36: Control de vecindad  
Carrera 17 con calle 5 esquina.



Fotografía 37: Excavación Carrera 17  
entre calles 4 y 5.



Fotografía 38: Amarre de acero Carrera  
17 entre calles 4 y 5.



Fotografía 39: Fundición de la  
cimentación Carrera 17 entre calles 4 y  
5.





Fotografía 40: Terminado de la zapata  
Carrera 17 entre calles 4 y 5.



Fotografía 41: Formaleta Carrera 17  
entre calles 4 y 5.



Fotografía 42: Fundición de columnas  
Carrera 17 entre calles 4 y 5.



Fotografía 43: Mampostería Carrera 17  
entre calles 4 y 5.





### ***CAPÍTULO 3: ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO PASANTE Y EXPERIENCIAS.***

#### ***3.1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO PASANTE.***

Al inicio de la pasantía se realizó una inducción, la cual estuvo a cargo de uno de los ingenieros del CONSORCIO COLTERRA, en la que se hizo un reconocimiento de las actividades ejecutadas y a ejecutar.

- Se dio a conocer el manual de interventoría, en el cual se plasman las funciones de la unidad interventora, así como los documentos, informes y formatos que ésta debe diligenciar y enviar al Instituto Nacional de Vías
- Se realizó el diligenciamiento periódico de los documentos y formatos, elaborados por parte de la interventoría. (Formato diario, informes semanales e informes mensuales consignados en la interventoría).
- Se colaboró y participó dentro de este proyecto en la verificación del cumplimiento de las especificaciones de construcción requeridas para garantizar en el futuro un buen comportamiento de la estructura de pavimento y de la construcción de tres muros fachada.
- Se verificó que en la obra todo estuviera listo, tanto obreros como equipo, para recibir el concreto.
- Se realizó el control de tiempo de transporte del concreto. Para lo cual, se tomaron registros de hora de llegada, hora de inicio del vertimiento y hora final de descarga.
- Se chequeó el asentamiento del concreto en el momento de llegada a la obra.
- Se tomaron muestras de concreto para la elaboración de cilindros según la norma NSR-98.
- Se midió la cuantía de acero colocada tanto en los muros como en las losas reforzadas.



### **3.2. EXPERIENCIAS.**

Los acontecimientos y vivencias descritas a continuación fueron situaciones que aportaron de una manera significativa a la formación del pasante como Ingeniero civil, luego de que se tomara una decisión técnica en cuanto a un problema constructivo:

#### **3.2.1. Pavimentación en Concreto Hidráulico.**

- En la Carrera 17 entre las calles 5 y 6 costado oriental, se presentó una falla transversal en una de las losas, sin aparecer la primera carga sobre ella. Esto, luego de que se hiciera un corte tardío de la estructura, lo cual puso en evidencia los errores en cuanto a la supervisión de este proceso. Lo anterior, resalta la importancia de ejecutar todos y cada uno de los procesos en los tiempos y condiciones indicadas en la teoría.
- El control realizado por la interventoría a la aplicación del sellante en las juntas y dovelas dejó en claro que es un proceso que aún no se realiza de manera efectiva para determinar zonas permeables, debido a la complejidad para identificar todos los orificios por donde puedan filtrarse agentes perjudiciales a la estructura, que conllevarían a un deterioro progresivo de la misma. Esto permite identificar muchas posibilidades para desarrollar instrumentos o herramientas que avalen una supervisión más rigurosa, que permita un mejor control a zonas susceptibles de falla.

#### **3.2.2. Adecuación de andenes.**

- En el desarrollo de las obras conducentes a la adecuación de andenes se presentó la erosión de la capa de arena de sello por la presencia de agua cayendo desde alturas significativamente grandes debido a la ausencia de bajantes de aguas lluvias en las estructuras adyacentes; este problema erosivo fue solucionado utilizando como sello una mezcla seca de cemento y arena, lo que impermeabilizaba los espacios entre adoquines al mezclarse con el agua lluvia.





- En la construcción de los andenes con elementos prefabricados se debe tener especial cuidado con los niveles tanto para la evacuación del agua como para la comodidad de todos los peatones. Lo anterior se logró conservando una continuidad en cuanto a los niveles en todo el trayecto para obtener una movilidad segura y sin obstáculos para las personas minusválidas, utilizando como último recurso las gradas.

### **3.2.3. Mampostería estructural.**

- En el muro ubicado en la carrera 17 con calle 4 costado occidental se presentó el problema de una distribución incorrecta de espacios entre flejes de las columnas. El pasante, luego de verificar el mismo problema en los castillos de 3 columnas, decidió agregar flejes de modo que los espacios entre ellos fuesen menores que los estipulados en el diseño, lo que aumentó la capacidad del muro a fuerzas cortantes.
- En el muro ubicado en la carrera 17 entre calles 4 y 5 se presentó un problema en cuanto a la incompatibilidad entre las medidas del diseño con las de campo, siendo la medida longitudinal del diseño del muro frontal uno mayor en aproximadamente 2 m; esto hacía que el último vano del muro fuese sólo de 1 metro. La interventoría, haciendo uso de sus facultades, redistribuyó los espacios acortándolos proporcionalmente para obtener un muro estéticamente más agradable y con un mayor factor de seguridad.



## ***CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES.***

### ***4.1. CONTROL DE HORAS.***

Durante el desarrollo del trabajo de grado, modalidad pasantía, se contó con una intensidad horaria de 25 horas de lunes a viernes y sábados 5 horas; en ocasiones la jornada laboral se extendió de acuerdo a las exigencias de la obra. El registro de horas diarias se encuentra soportado por el formato Reporte de horas diarias, las cuales están certificadas por la Geotecnóloga Martha Cecilia García, Auxiliar Residente de Interventoría y fueron entregados a INVIAS para la aprobación final expedida por el Ingeniero José Adrián Valencia Castrillón, Director Territorial.

Certificación de finalización de la pasantía expedida el día 6 de octubre de 2011 por el director de la territorial.



#### **4.2. CONCLUSIONES.**

- El trabajo como Ingeniero Auxiliar de Interventoría dejó al pasante conocimientos complementarios a los adquiridos en el entorno universitario en cuanto a la ejecución de obras civiles, lo que le permitió adquirir experiencia en la solución de algunos problemas prácticos inherentes al desarrollo de obras civiles.
- El desarrollo del trabajo permitió ampliar y compartir conocimientos de gran valor con diferentes personas, forjando así las bases prácticas para un buen desempeño como Ingeniero Civil.
- Las diferentes dependencias o departamentos de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, en el transcurso de los años, se han encargado de perfeccionar un programa, el cual busca complementar la parte académica y práctica del estudiante; en cuanto al aprovechamiento de todos y cada uno de esos conocimientos, para ponerlos en práctica en el campo laboral. Estos conocimientos se vieron reflejados en todo momento, durante la realización de la práctica, sirviendo como apoyo fundamental en la culminación de la misma y formación como futuro Ingeniero.
- En la consecución de todos y cada uno de los objetivos planteados se ha conseguido un alto grado de satisfacción personal, puesto que las actividades realizadas en la pasantía ampliaron los conceptos y conocimientos prácticos.
- La calidad de una obra y su costo dependen en gran parte del manejo que se dé a los materiales que se están utilizando y a la tecnología aplicada a sus procesos constructivos, por lo tanto es importante contar con personal calificado y principalmente comprometido con la obra, coordinando las labores conducentes a la consecución de un mismo fin.
- Un correcto seguimiento y control a los procesos constructivos garantiza obtener un adecuado funcionamiento y cumplimiento de todos los requerimientos específicos en los diseños y normas, dando como resultado una obra de excelente calidad.
- Es necesario e importante tener siempre un conocimiento permanente del estado de la obra, y sobre todo estar al corriente de lo hecho en una jornada de trabajo para así llevar de forma adecuada y correcta los informes semanales y por ende, las pre-actas mensuales, evitando inconsistencias con las preactas siguientes y anteriores. El control a estos informes permitirá el pago justo de obras ejecutadas.



- En la ejecución de un contrato es indispensable garantizar la seguridad de los trabajadores, peatones y usuarios; trabajando con un plan de seguridad en todo momento, que evite futuras sanciones, demandas, retrasos en el normal funcionamiento de la obra, consecuencias fatídicas, demoras en su ejecución y costos adicionales.



### 4.3. BIBLIOGRAFÍA

- Anexo Técnico General. Obras complementarias paso deprimido por Popayán Rutas 2502 y 2503.
- ARENAS L. Hugo León. Conferencias pavimentos 2009. Popayán, Julio- Noviembre de 2009. Universidad del Cauca. Departamento de Geotecnia.
- Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras (2007). ([www.invias.gov.co](http://www.invias.gov.co)).
- Gutiérrez T. Francisco Alberto. Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos. Octubre de 2006.
- LONDOÑO N. Cipriano. Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto. Instituto Colombiano de Productores de Cemento. 2006.



#### **4.4. ANEXOS**





**ANEXO 1**  
**INFORME EJECUTIVO TRIMESTRAL.**



**MINISTERIO DE TRANSPORTE  
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS  
TERRITORIAL CAUCA**

**INFORME EJECUTIVO DEL DIRECTOR  
TERRITORIAL DEL CAUCA A LA  
SUBDIRECCION DE LA RED NACIONAL DE  
CARRETERAS  
TRIMESTRE ABRIL - JUNIO DE  
2010**

**POPAYAN JULIO DE 2010**







**ANEXO 2**

**PROCESO ADJUDICATORIO IN-CO-DT-CAU-003-2010.**



**ANEXO 3**

**CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DE SUBRASANTE.**





**ANEXO 4**

**EVALUACIÓN DE LA CANTERA PLANTA TRITURADORA PISOJÉ ALTO.  
PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO, MÉTODO DEL CONO DE  
ARENA**



**ANEXO 5**  
**CLASIFICACIÓN DE MATERIAL PARA SUBBASE**



**ANEXO 6**  
**CALIDAD DEL CONCRETO HIDRÁULICO**



**ANEXO 7**  
**CALIDAD DE ADOQUINES**



**ANEXO 8**  
**PLANOS ESTRUCTURALES MUROS FACHADA**





**ANEXO 9**  
**DOCUMENTOS SOPORTE**