



UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

---

**APOYO A LA SUPERVISIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LOS  
CONTRATOS DE LA SUBDIRECCIÓN DE LA RED NACIONAL DE  
CARRETERAS Y DE CONVENIOS EN LA SUBDIRECCIÓN DE LA RED  
TERCIARIA DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



**MARGARITA Ma. VARGAS HERRERA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA  
POPAYAN  
2010**



**APOYO A LA SUPERVISIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LOS  
CONTRATOS DE LA SUBDIRECCIÓN DE LA RED NACIONAL DE  
CARRETERAS Y DE CONVENIOS EN LA SUBDIRECCIÓN DE LA RED  
TERCIARIA DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



**MARGARITA Ma. VARGAS HERRERA**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR  
EL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**ING. CARLOS A. BENAVIDES BASTIDAS**  
Director

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA  
POPAYAN  
2010**



## **NOTA DE ACEPTACION**

El director y jurados del trabajo de práctica profesional “APOYO A LA SUPERVISIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LOS CONTRATOS DE LA SUBDIRECCIÓN DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS Y DE CONVENIOS EN LA SUBDIRECCIÓN DE LA RED TERCIARIA DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA” realizada por MARGARITA MARÍA VARGAS HERRERA, una vez evaluado el informe final y realizada la correspondiente sustentación, la autorizan para que desarrolle las gestiones administrativas para optar por el título de Ingeniera Civil.

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

-----  
**Jurado**



## TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
<b>1. RESUMEN</b>	<b>9</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>11</b>
3.1 Objetivo general	11
3.2 Objetivos específicos	11
<b>4. GENERALIDADES DEL PROYECTO</b>	<b>12</b>
<b>5. ESPECIFICACIONES GENERALES</b>	<b>14</b>
<b>6. DESARROLLO DE LA PASANTÍA</b>	<b>16</b>
6.1 Actividades administrativas	16
6.1.1 <i>Supervisión procesos contractuales convenios PE</i>	16
6.1.2 <i>Análisis de Entrega y Recibo convenios PIR</i>	17
6.1.3 <i>Liquidación Convenios Subdirección de Red Terciaria</i>	17
<b>7 SUPERVISIÓN PROCESOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS</b>	<b>19</b>
7.1 Instalación tubería de acueducto	19
7.2 Instalación tubería de alcantarillado	20
7.3 Supervisión proceso de mejoramiento sub-rasante	22
7.4 Sub-base Granular	30
7.5 Losa de concreto	34
7.5.1 Caracterización de material para concreto	34
7.5.2 Chequeos Previos a la Fundición	37
7.6.3 Proceso de fundición	42
<b>8 <i>Supervisión Obras de Urbanismo Parque El Cadillal</i></b>	<b>47</b>
8.1 Construcción de jardineras	47
8.2 Riego de Sub-base	50
8.3 Instalación de sardinel y bordillo prefabricado	51
8.4 Capa de arena	52
8.5 Instalación loseta guiadora	54
8.6 Adoquín en concreto y arcilla	55
<b>9. CONTROL DE HORAS</b>	<b>58</b>
<b>10. CONCLUSIONES</b>	<b>60</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>61</b>
<b>12. ANEXOS</b>	



## LISTA DE FIGURAS

Figura No 1 Localización general Intersección vial Paso deprimido Popayán	12
Figura No. 2 Esquema de las obras existentes	13
Figura No. 3 Obras a construir	13
Figura No. 4 Vista en planta losas de concreto	37
Figura No. 5 Detalle pasador o dovela	38
Figura No. 6 Características de las grietas longitudinales	39
Figura No. 7 Vista en planta grietas en los extremos de los pasadores	41
Figura No. 8 Acero de refuerzo debido a la presencia de cámaras de inspección o por geometría compleja	46
Figura No. 9 Detalle construcción de la junta	51
Figura No. 10 Modelo Sardinell	51
Figura No. 11 Modelo Bordillo	53
Figura No. 12 Deformación según el espesor de la capa de arena	55
Figura No. 13 Elementos principales sendero en adoquín	57
Figura No. 14 Recomendaciones de vibrado del adoquín	58



## LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1	Requisitos de los materiales para terraplen	27
Tabla No. 2	Comparación Ensayos de laboratorio – Especificaciones Material de Mejoramiento	27
Tabla No. 3	Franjas granulométricas Material de Sub-base	30
Tabla No. 4	Comparación granulometría material de Sub-base con Especificaciones exigidas por INVIAS	31
Tabla No. 5	Parámetros de control para garantizar calidad del material se Sub-base	31
Tabla No. 6	Cuadro resumen Diseño mezcla de concreto	34
Tabla No. 7	Especificaciones granulométricas para base de concreto	34
Tabla No. 8	Requisitos agregado grueso para base de concreto	35
Tabla No. 9	Requisitos agregado fino para base de concreto	36
Tabla No. 10	Parámetros de control material para concreto	36



## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía No. 1 Corte anden existente K0 + 480	19
Fotografía No. 2 Excavación tubería acueducto y alcantarillado K0 + 630	20
Fotografía No. 3 Instalación tubería alcantarillado K0 + 250	21
Fotografía No. 4 Compactación con saltarín material de relleno alcantarillado	22
Fotografía No. 5 Acopio de material K0 + 482	29
Fotografía No. 6 Extendido y conformación sub-base K0 + 270	32
Fotografía No. 7 Humectación Sub-base granular	32
Fotografía No. 8 Humedad material de Sub-base K0 + 160	33
Fotografía No. 9 Estabilización con cemento K0 + 080	33
Fotografía No. 10 Chequeo separación dovelas	38
Fotografía No. 11 Chequeo longitud pasadores o dovelas	39
Fotografía No. 12 Instalación formaleta K0 + 185	39
Fotografía No. 13 Chequeo de espesores K0 + 200	39
Fotografía No. 14 Ubicación refuerzo transversal K0 + 251 – K0 + 275	40
Fotografía No. 15 Instalación parrillas de refuerzo K0 + 650	41
Fotografía No. 16 Toma de asentamiento – Slump	42
Fotografía No. 17 Microtexturizado K0 + 290	43
Fotografía No. 18 Macrottexturizado - Rayado K0 + 270	43
Fotografía No. 19 Corte de las Juntas	45
Fotografía No. 20 Sello de plástico no adherente de polietileno K0 + 250	46
Fotografía No. 21 Sellamiento de las juntas con silicón K0 + 250	46
Fotografía No. 22 Instalación mampostería Parque El Cadillal	47
Fotografía No. 23 Formaleta fundición viga de amarre Parque El Cadillal	48
Fotografía No. 24 Acero de refuerzo Parque El Cadillal	49
Fotografía No. 25 Colocación de concreto viga de amarre Parque El Cadillal	49
Fotografía No. 26 Instalación de alfajía Parque El Cadillal	50
Fotografía No. 27 Nivelación capa de Sub-base Parque El Cadillal	51
Fotografía No. 28 Instalación sardinel	52
Fotografía No. 29 instalación bordillo Parque El Cadillal	52
Fotografía No. 30 Capa de arena enrasada y nivelada Parque El Cadillal	53
Fotografía No. 31 Instalación loseta guiadora Parque El Cadillal	54
Fotografía No. 32 Instalación piezas de adoquín Parque El Cadillal	55
Fotografía No. 33 Malos remates piezas de adoquín Parque El Cadillal	56
Fotografía No. 34 Compactación y barrido de adoquín Parque El Cadillal	57



## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1 Estratificación del suelo existente
- Anexo 2 Ensayos caracterización material de mejoramiento
- Anexo 3 Ensayos caracterización material de Sub-base
- Anexo 4 Diseño de la mezcla y caracterización de material para concreto
- Anexo 5 Ensayos de control de calidad producto terminado





## 1. RESUMEN

El trabajo de grado modalidad pasantía, se desarrolló durante los meses de marzo a julio 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.

Al inicio de la pasantía, se planteó la participación técnica en el seguimiento a la pavimentación en la vía Patía – El Bordo, sector El Estanquillo - La Fonda, desde el proceso contractual hasta la ejecución de la obra en apoyo a la interventoría, y la asistencia administrativa, en la supervisión de las propuestas, informes de interventoría y procesos contractuales a la subdirección de la Red Terciaria.

En el desarrollo de la misma, se ejecutaron las funciones administrativas en el Instituto Nacional de Vías como la revisión de los informes mensuales presentados por los diferentes interventores de Red Terciaria, supervisión de procesos contractuales Convenios del Plan Empréstito (PE), entrega y recibo de los convenios del Plan de Inversión Rural (PIR), liquidación de los diferentes convenios de Red Terciaria, entre otros.

En la participación técnica se presentaron inconvenientes, debido a que la adjudicación de la interventoría en la que se iba a desarrollar la pasantía estaba a cargo de la Universidad del Cauca, quien publicó un cronograma de adjudicación muy lejano, pese a que el municipio ya había adjudicado el contrato de obra. Ante esta situación, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) reasignó la participación técnica a la interventoría de las obras complementarias del paso deprimido por Popayán Rutas 2502 y 2503, cambio que fue debidamente estudiado y aprobado por el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y el Director del trabajo de grado modalidad pasantía.

Una vez aprobado el cambio se dio por terminada la actividad administrativa en INVIAS, y se procedió a la participación activa en la supervisión del proceso constructivo, ayudando al contratista a solucionar inconvenientes y velando por el buen desarrollo de las actividades que garantizaran un óptimo comportamiento y vida útil del pavimento. Dentro de éste proceso también se colaboró con la supervisión de las obras de urbanismo del parque El Cadillal, implicando de esta manera mayor acción de trabajo durante la pasantía.



## 2. INTRODUCCION

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 entre todas las etapas, ya que vienen a construir el periodo en el que se echan los cimientos para las estructuras conductuales complejas 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 y educativo.

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 ampliar el criterio profesional no sólo en los aspectos prácticos en obra, sino también del proceso administrativo que debe cumplir para manejar los diversos convenios que como contratista o interventor de una obra, deberá ejercer y cumplir en el desarrollo de su profesión.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Brindar apoyo en la supervisión de los procesos constructivos de las obras complementarias del Paso deprimido por Popayán rutas 2502 y 2503 como asistente del Ingeniero Residente de interventoría, de tal manera que además de aplicar los conocimientos adquiridos, se pretende obtener experiencia técnica y administrativa, al advertir problemas que se puedan presentar en el proceso de ejecución de las obras.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Prestar asistencia administrativa en la supervisión de las propuestas, informes de interventoría y procesos contractuales a la subdirección de la Red Terciaria.
- Colaborar en la supervisión y control de los procesos constructivos de las obras complementarias del paso deprimido.
- Realizar el control de calidad en la construcción de las diferentes capas del pavimento rígido.
- Obtener experiencia técnica y específica sobre la aplicación del diseño estructural en las obras de pavimentación.
- Evaluar el avance de las obras de urbanismo del Parque El Cadillal
- Vigilar el correcto desempeño de la obra para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y de seguridad y de esta manera certificar el cumplimiento del proyecto en los plazos establecidos.
- Poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

#### 4. GENERALIDADES DEL PROYECTO OBRAS COMPLEMENTARIAS PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN RUTAS 2502 Y 2503

La Intersección Paso Deprimido de Popayán, se localiza sobre la Carrera 17, como se ilustra en la figura, en el sector conocido como La Esmeralda, tradicionalmente comercial, especializado en comercio de galería y callejero. Los analistas de urbanismo consideran que este sector, en los últimos años se ha venido incorporando al centro de la ciudad ampliando el espacio urbano, debido al impulso que la actividad comercial imprime al sector. Desde una perspectiva más general, la intersección es el lugar obligado de paso de todos los viajes con origen y /o destino al occidente de la ciudad y todos los vehículos que transitan por la vía Panamericana.

El sector de La Esmeralda en general y el cruce vial en particular, es congestionado y desordenado. La planeación de ciudad considera prioritaria la incorporación de este sector al ordenamiento urbano.

El sector aledaño a la intersección o área de influencia directa, está delimitado de la carreras 15 a la carrera 20 entre calles 1N y 7A. En cuanto a la influencia indirecta se considera el sector centro occidente de la ciudad, ya que un alto porcentaje de la población reside en el sur – occidente, cuyas principales vías de acceso son las calles 4ª y 5ª.

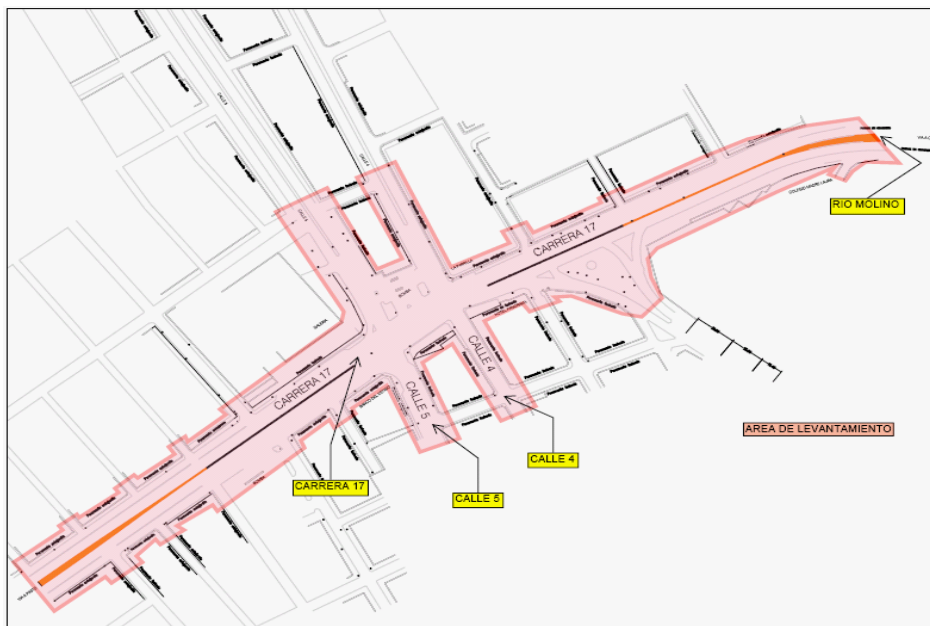


Figura No. 1 Localización general Intersección vial Paso deprimido Popayán

Las obras correspondientes a las calzadas de servicio localizadas sobre los costados oriental y occidental de la Carrera 17 entre Calle 2 y Calle 8. Estas calzadas, paralelas a las calzadas deprimidas de la Carrera 17, constituyen el acceso y circulación de locales comerciales, galería del mercado de La Esmeralda y zona residencial del área de influencia directa del proyecto.

En general las obras a ejecutar se ilustran en el siguiente esquema:

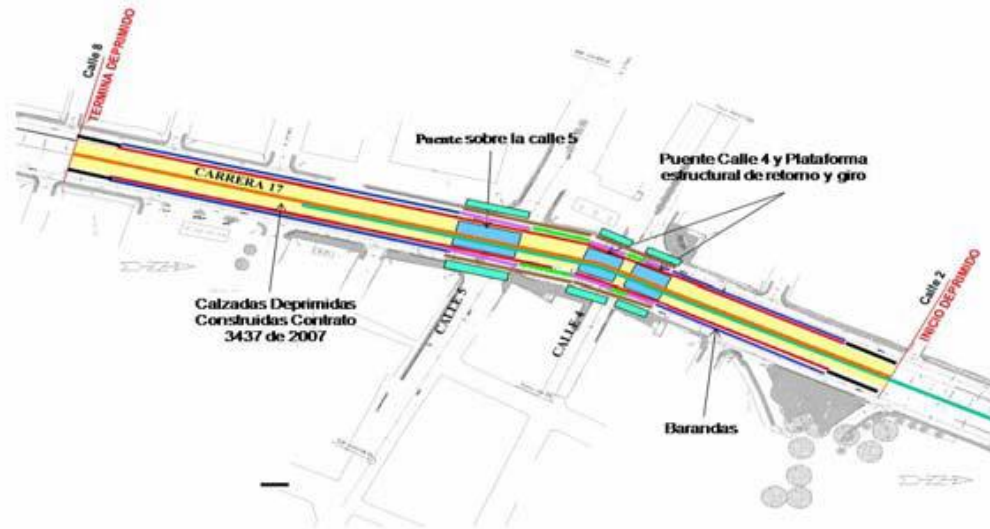


Figura No. 2  
 Esquema de las obras existentes



Figura No. 3  
 Obras a construir



## 5. ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO

En desarrollo del contrato se seguirán las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras última actualización (2007), 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. El contratista dará estricto cumplimiento al Manual de Interventoría adoptado mediante Resolución No. 3009 del 13 de julio de 2007. 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 solo 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 podrá, 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.



El contratista está obligado a proteger todas las obras a medida que estas se ejecutan, con miras a la entrega final de la etapa correspondiente a la pavimentación y entrega del parque a satisfacción de la interventoría, la alcaldía y la ciudadanía. En caso de que los elementos construidos y/o instalados, antes de la entrega final, así estén recibidos a satisfacción por la interventoría, sufran daños por falta de protección, estos daños serán consultados con la interventoría, y en caso de necesidad de reparaciones, demoliciones, reconstrucciones o cambios de los elementos, estos serán a cuenta del contratista y sin costo alguno para el contratante.



## 6. DESARROLLO DE LA PASANTIA

### 6.1 Actividades administrativas

#### 6.1.1 Supervisión de procesos contractuales Convenios Plan Empréstito (PE).

Dentro del desarrollo de las actividades administrativas se realizó el seguimiento a los convenios PE que maneja la Subdirección de Red Terciaria para el 2010. Este proceso consistió en velar por el cumplimiento de la cronología presentada al Instituto Nacional de Vías (INVIAS) para la contratación de las obras de mejoramiento para los diferentes municipios. Este seguimiento se hace con ayuda del Portal Único de Contratación (PUC) donde se verificaron los pliegos de condiciones publicados por los municipios y se les indicó las correcciones que debían hacerles para continuar con el proceso.

Los inconvenientes que se presentaron en esta actividad se generaron por los atrasos de los municipios para publicar los avances de los procesos, y en algunos casos se presentaron inconvenientes por la no adjudicación de la interventoría de manera rápida, retrasando el proceso de iniciación de las obras y causando que los contratistas pidan prórroga para la ejecución de las mismas.

En este proceso se declararon desiertas algunas licitaciones y la modalidad de contratación se hizo mediante selección abreviada de tal manera que se agilizará el proceso de selección.

Dentro de esta supervisión fue necesario realizar un seguimiento al proceso de contratación de interventoría en el convenio que tiene INVIAS con UNICAUCA. Este seguimiento consistió en un acompañamiento en las evaluaciones públicas para la selección de las interventorías, dentro de las que se encontraban las correspondientes a 4 convenios PE. La idea de este seguimiento es crear seguridad en los participantes de que el proceso se hace de manera confiable, debido a que la Subdirección de Red Terciaria había recibido observaciones en las que se pedía un acompañamiento por parte del INVIAS para garantizar su transparencia.





### **6.1.2 Análisis de la Entrega y Recibo de los Convenios del Programa de Inversión Rural (PIR).**

Para la finalización de los convenios PIR se evaluaron los informes de los interventores, comparando las actas de recibo parcial y final de obra con las actas de priorización, para verificar los precios y cantidades establecidas. Fue necesario realizar este chequeo a todos los interventores, debido a que algunos en las actas de entrega presentaban cantidades superiores a las establecidas en las de priorización, sin una debida modificación al acta de priorización y la justificación de los precios no previstos.

Se verificó que la suma de las actas parciales fuera igual al valor total contratado, debido a que al recibir las actas de entrega final se encontraban inconsistencias por errores matemáticos de los ingenieros interventores de los convenios PIR.

En este proceso se presentaron muchas dificultades por el registro fotográfico que se les exigía, debido a que los interventores presentaban las mismas fotos de avance en los diferentes informes donde realmente no se observaba ninguna diferencia o progreso del proyecto. Fue necesario también verificar la discriminación detallada de los gastos administrativos y las cantidades de obra ejecutada por cada vía en el acta de recibo.

Una vez realizado este estudio a las actas se pasaron a los gerentes administrativos para que dieran el trámite correspondiente en la dirección general de la territorial.

### **6.1.3 Liquidación convenios Subdirección de Red Terciaria.**

Para la liquidación de los convenios fue necesario que los interventores además de estar al día con los informes que debían presentar, llevaran los documentos que avalaran la finalización del convenio, las actas de entrega y recibo, los extractos bancarios de la cuenta conjunta del interventor y la tesorera del municipio, la certificación de la cancelación de dicha cuenta, el reporte de los comprobantes de egreso y órdenes de pago del municipio al contratista. Se cotejaron los datos de las cuentas y las actas parciales de obra y se verificó que el valor reintegrado a INVIAS correspondiera verdaderamente con cada uno de los comprobantes de egreso del municipio.



El acta de liquidación del convenio incluye todos los adicionales y prórrogas que se le han dado al mismo, la suspensiones, ampliaciones a la suspensión y reanudaciones, fechas de inicio y vencimiento del convenio, contratos celebrados por el municipio en desarrollo del convenio, por esto fue necesario realizar previamente la inspección de cada uno de estos contratos y que cumplieran con las especificaciones en cuanto a pólizas, vallas, retenciones, etc.

Cuando se presentaban inconsistencias o faltaban documentos para el análisis fue necesario comunicarse con el interventor y pedir nuevamente la información que debía expedir el tesorero del municipio.

En el acta de liquidación también se especifican las características de la obra que se recibe y las cantidades totales de la obra ejecutada. Una vez elaboradas las actas se pasan para el respectivo análisis y supervisión del director de la territorial, quien informa las posibles irregularidades que se puedan presentar dentro de las mismas y ordena su corrección o por el contrario la avala y la firma para de esta manera mandar la cuenta a Invias Bogotá.

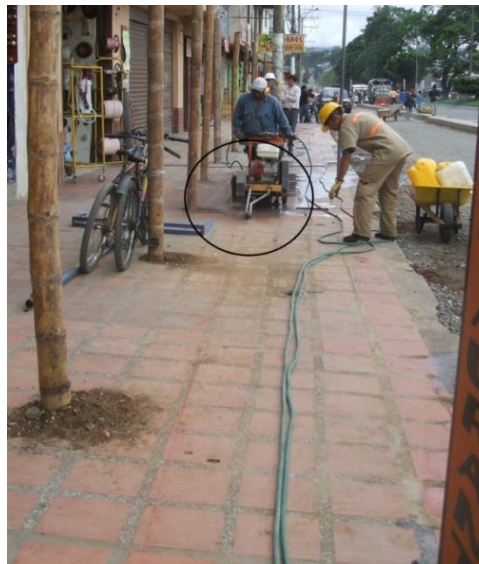
La liquidación de los convenios no fue igual de ágil para todos los municipios. Esta depende de la rapidez con que el tesorero de cada municipio expida la información necesaria y el interventor del convenio las haga llegar a la territorial para su respectiva inspección.

## 7. SUPERVISIÓN DE PROCESOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS OBRAS COMPLEMENTARIAS PASO DEPRIMIDO POR POPAYÁN

### 7.1 Instalación de tubería de acueducto

Este proceso se inició mediante las demoliciones de antejardines. Se adelantó retirando a la mayor brevedad los escombros y demás materiales resultantes y a la par, con la demolición (corte) y retiro de andenes con su respectivo entresuelo y recebo (Fotografía No. 1). En el desarrollo de la actividad se hizo especial énfasis en que se trabajara con cuidado para no mezclar el entresuelo y el recebo en aquellas partes donde el material era de buena calidad.

Se exigió que las demoliciones se hicieran con equipos que no dañaran las estructuras aledañas, es decir que no produzcan percusiones que puedan causar fisuras o propagación y aumento de fisuras existentes



**Fotografía No. 1**  
**Corte de andén existente**  
**K0 + 480**

Se verificó que las excavaciones de las zanjas requeridas para la instalación de las tuberías se efectuaran hasta las líneas y pendientes especificadas. La excavación se hizo de forma manual. En el sector occidental fue necesario realizar

le reubicación de la tubería de acueducto debido a que la existente se encontraba dentro de los 6.5 m de vía. (Fotografía No. 2)



**Fotografía No. 2**  
**Excavación Tubería acueducto y alcantarillado**  
**K0 + 630**

Se efectuaron las acometidas domiciliarias en donde se verificó el uso de collarines, uniones válvulas de acuerdo a las especificaciones y en las condiciones óptimas de funcionamiento.

Parte importante en esta actividad fue la exigencia que se le hizo al contratista de colocar las señales de peligro y desvío de tal manera que permitía a los transeúntes y automotores prever el peligro con suficiente antelación. No se admitía el avance de la actividad si no se garantizaba la señalización para el bienestar de la comunidad.

## **7.2 Instalación tubería de alcantarillado**

Se chequeó que el material de la excavación para la instalación de la tubería fuera apto para el relleno de la misma y no fuera contaminado dentro del proceso, y se garantizó el retiro del material que se encontraba contaminado.

En el costado occidental entre las calles 2 A y 4 el material existente ha sido movido o excavado en anteriores ocasiones, presentando mayor dificultad en el proceso de excavación. La exigencia que se le hizo al contratista fue colocar entibado que garantizara la seguridad del personal que trabaja dentro de la zanja,

lo mismo que la estabilidad de las estructuras y terrenos adyacentes. Además de esto, se exigió dotar al personal con el equipo de seguridad industrial y se verificó que estos lo utilizaran en el momento de realizar la zanja.

Cuando se inició la excavación fue necesario interrumpir el desarrollo de la actividad debido a que no se estaban cumpliendo las condiciones mínimas de seguridad anteriormente especificadas. El personal a cargo de la excavación se encontraba en el sitio sin la dotación necesaria ante cualquier accidente que se pudiera presentar debido a las condiciones del terreno, además, no se había realizado el debido entibamiento. Aunque el contratista estaba contrariando la orden de la interventoría expresando que para ellos no presentaba mayor riesgo el trabajar de esta manera, no se les permitió continuar hasta que pusieran las tablaestacas cada 50 cm y el personal tuviera puesto el arnés y la línea de vida o línea guía que garantizara su seguridad. Cuando se cumplió con estos requerimientos se permitió el normal desarrollo de la actividad y no se presentaron más inconvenientes por incumplimiento de este requisito. (Fotografía No. 3)



**Fotografía No. 3**  
**Instalación tubería alcantarillado**  
**K0 + 250**

Se verificó con el equipo de precisión que al instalar la tubería esta estuviera debidamente alineada y nivelada de manera que el cuerpo principal se apoyara

totalmente en la superficie del fondo de la excavación y la campana se alojara en la zanja transversal para tal fin.

Una vez instalada la tubería se inspeccionó que se realizara la debida compactación al material de relleno, con el fin de lograr la resistencia adecuada y el mínimo asentamiento, para esto se recomendó realizar la compactación en capas de 20 cm (Fotografía No. 4). Fue necesario verificar que los primeros 30 cm de relleno por encima del tubo se hiciera la compactación con pisones metálicos manuales y después se autorizó el uso del saltarín para el procedimiento, recomendando especial cuidado de que no se generaran presiones laterales, vibraciones o impactos que causaran roturas o desplazamientos en la tubería o en las estructuras existentes.



**Fotografía No. 4**  
**Compactación con saltarín**  
**Material de relleno alcantarillado**

### **7.3 Supervisión proceso de mejoramiento de la Subrasante**

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 siete (7) 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. (Anexo 1)



El apique No. 1 se realizó entre calle 4 y 3 calzada nororiental (lado derecho) obteniéndose los siguientes resultados:

Prof.	Descripción del material	Límite líquido, Índice plástico y Humedad Natural	Fracción gruesa, Pasa 200 y CBR
0 0.20	Grava arcillosa proveniente de trituración de cantera (GC)	LL = 23.7% IP= 7.3% H.N = 5.6%	Fracción Gruesa = 87.7% -Grava 62.9% - Arena 37.1% Pasa 200 = 12.3%.
0.20 1.54	Suelo de relleno limoso de alta compresibilidad, (MH), color amarillo, compactado en el sitio	LL = 67.2% IP= 21.5% H.N = 67.6%	Fracción gruesa = 17.9% -Grava 0% -Arena 100% Pasa 200 = 82.1% CBR 14%.
1,54 1.65	Suelo limoso de baja compresibilidad (ML) color rosado, con presencia de piedritas pequeñas meteorizadas	LL = 45.5% IP= 16.3% H.N = 28.2%	Fracción gruesa = 41.7% -Grava 57.3% -Arena 42.7% Pasa 200 = 31.8% No se encontró NF

El apique No. 2 se realizó en la carrera 17 con calle 1 calzada nororiental (centro), se encontró la siguiente caracterización del suelo:

Prof.	Descripción del material	Límite líquido, Índice plástico y Humedad Natural	Fracción gruesa, Pasa 200 y CBR
0 0.10	Grava ligeramente arcillosa mal gradada producto de trituración (GP-GC), con capa protectora de emulsión asfáltica (sello asfáltico)	LL = 45.5% IP= 19.6% H.N = 4.3%	Fracción gruesa = 90.4% - Grava 72.1% .Arena 27.9% Pasa 200 = 9.6%.
0.10 0.35	Grava arcillosa (GC) mezcla de material triturado con material aluvial	LL = 45.5% IP= 19.6% H.N = 8.7%	Fracción gruesa = 87.8% -Grava 73.4% -Arena 26.6% Pasa 200 = 12.2%
0.35 1.80	Arena limosa (SM) con finos de alta compresibilidad color amarillo mostaza	LL = 67.2% IP= 21.5% H.N = 29.1%	Fracción gruesa = 68.2% -Grava 0% -Arena 100% Pasa 200 = 31.8% No se encontró NF



El apique No. 3 se realizó entre calle 1N y 2ª calzada nororiental (Lado izquierdo), se encontró:

Prof.	Descripción del material	Límite líquido, Índice plástico y Humedad Natural	Fracción gruesa, Pasa 200 y CBR
0 0.45	Material granular de río (relleno), presencia de suelo orgánico (raíces y capa vegetal), presencia de escombros (ladrillo, plásticos, cerámica, pedazos de concreto)	H.N = 7.1%	Fracción gruesa = 87.7% - Grava 70.1% - Arena 29.9% Pasa 200 = 12.3%.
0.45 1.38	Grava limosa de río (GM) con arena de peña color rosado grisáceo, y finos de color café	LL = 35% IP = 8% H.N = 11.8%	Fracción gruesa = 85.1% - Grava 61.8% - Arena 38.2% Pasa 200 = 14.9% No se encontró NF

El apique No. 4 se realizó en la carrera 17 con calle 2 calzada nororiental (Lado izquierdo), se encontró:

Prof.	Descripción del material	Límite líquido, Índice plástico y Humedad Natural	Fracción gruesa, Pasa 200 y CBR
0 0.12	Material de relleno (relleno), suelo fino color amarillo combinado con material de río y escombros		
0.12 0.40	Grava limosa aluvial (GM) color café	LL = 41.5% IP = 15.4% H.N = 9.8%	Fracción gruesa = 82.7% - Grava 70.1% - Arena 29.9% Pasa 200 = 17.32%
0.40 0.60	Grava aluvial mal gradada ligeramente arcillosa (GP-GM) con sobretamaños de 7" y material con sobretamaño de 4 1/2"	LL = 30.3% IP = 4.7% H.N = 6.8%	Fracción gruesa = 93.4%, - Grava 77.9% - Arena 22.1% Pasa 200 = 6.6%
0.60 2.40	Suelo limoso de alta compresibilidad (MH) color amarillo mostaza	LL = 67.2% IP = 21.5% H.N = 53.7%	Fracción gruesa = 32.3%, - Grava 3.2% - Arena 96.8% Pasa 200 = 67.7%
2.40 2.80	Suelo limoso de alta compresibilidad (MH) color amarillo claro con vetas grises y piedras degradadas con alta humedad	LL = 56% IP = 18.5% H.N = 57%	Fracción gruesa = 27.6%, - Grava 6.1% - Arena 93.9% Pasa 200 = 72.4%





El apique No. 5 se realizó en la carrera 17 con calle 2N calzada nororiental (Eje), se encontró:

Prof.	Descripción del material	Límite líquido, Índice plástico y Humedad Natural	Fracción gruesa, Pasa 200 y CBR
0 0.08	Primera capa de carpeta asfáltica		
0.08 0.20	Grava limosa de río (GM) color gris	LL = 27.8% IP= 4.2% H.N = 10.9%	Fracción gruesa = 85.6% -Grava 54.8% -Arena 45.2% Pasa 200 = 14.4%
0.20 0.31	Grava bien gradada aluvial (GW-GM) ligeramente limosa color habano	LL = 41.5% IP= 15.4% H.N = 5.6%	Fracción gruesa = 91.1% -Grava 79.1% -Arena 20.9% Pasa 200 = 8.9%
0.31 0.38	Suelo limoso de baja compresibilidad (ML) color café claro con suelo granular de río	LL = 34.9% IP= 10% H.N = 23.5%	Fracción gruesa = 45.9% -Grava 46.1% -Arena 53.9% Pasa 200 = 54.1%
0.38 1.30	Suelo limoso de alta compresibilidad (MH) color amarillo claro con vetas grises	LL = 63.8% IP= 32.8% H.N = 50%	Fracción gruesa = 13 % -Grava 0% -Arena 100% Pasa 200 = 83.8% CBR = 2.8%
1.30 1.54	Arena arcillosa (SC) con finos de baja plasticidad, color gris	LL = 27.3% IP= 8.4% H.N = 27%	Fracción gruesa = 69.2% -Grava 24.5% -Arena 75.5% Pasa 200 = 30.8% Se encontró NF a 1.54m

El apique No. 6 se realizó entre las calles 6 y 6A calzada suroccidental (Lado derecho), se encontró:

Prof.	Descripción del material	Límite líquido, Índice plástico y Humedad Natural	Fracción gruesa, Pasa 200 y CBR
0 0.07	Carpeta asfáltica		



0.07 0.22	Grava arcillosa (GC) mezcla de trituración y río	LL = 23.7% IP= 7.3% H.N = 10.9%	Fracción gruesa = 82.4% -Grava 67.1% -Arena 32.9% Pasa 200 = 17.6%
0.22 0.33	Grava mal gradada ligeramente limosa (GW-GM) con finos color habano, mezcla de material de trituración y río	LL = 35% IP= 8% H.N = 6%	Fracción gruesa = 89.6% -Grava 70.1% -Arena 29.9% Pasa 200 = 10.4%
0.33 0.52	Grava limosa (GM) de río con finos arenosos color gris, con sobretamaños de 4"	LL = 30.3% IP= 4.7% H.N = 8.1%	Fracción gruesa = 87.8% -Grava 66.4% -Arena 33.6% Pasa 200 = 12.2%
0.52 1.70	Suelo limoso de baja compresibilidad color habano oscuro (ML) con vetas grises, amarillas y negras, presencia de piedras con olor azufrado	LL = 49% IP= 10.1% H.N = 47%	Fracción gruesa = 23% -Grava 10% -Arena 90% Pasa 200 = 77% CBR = 7.9%
1.70 2.50	Suelo limosos de alta compresibilidad color gris amarilloso (MH) con vetas grises, oscuras y claras, con olor a combustible	LL = 71% IP= 33.6% H.N = 50.2%	Fracción gruesa = 8% -Grava 0% -Arena 100% Pasa 200 = 92%
2.50 2.78	Suelo limoso de alta compresibilidad color gris (MH) con vetas rosadas y blancas	LL = 55.4% IP= 22.3% H.N = 50.7%	Fracción gruesa = 17.1% -Grava 0% -Arena 100% Pasa 200 = 82.9% No se encontró NF

El apique No. 7 se realizó entre calle 7 y 7A calzada suroccidental (Lado izquierdo), se encontró:

Prof.	Descripción del material	Límite líquido, Índice plástico y Humedad Natural	Fracción gruesa, Pasa 200 y CBR
0 0.06	Carpeta asfáltica		



0.06 0.24	Grava mal gradada ligeramente arcillosa (GP-GC) mezcla de trituración con finos arenosos, color gris	LL = 23.7% IP= 7.3% H.N = 6.7%	Fracción gruesa = 88.2% -Grava 70.9% -Arena 29.1% Pasa 200 = 11.8%
0.24 0.61	Grava mal gradada aluvial ligeramente limosa (GW-GM) color gris	LL = 27.8% IP= 4.2% H.N = 4.5%	Fracción gruesa = 91.9% -Grava 78.2% -Arena 78.2% Pasa 200 = 21.8%
0.61 1.50	Suelo limoso de alta compresibilidad color amarillo mostaza	LL = 67.2% IP= 21.5% H.N = 44.2%	Fracción gruesa = 6% -Grava 0% -Arena 100% Pasa 200 = 94% No se encontró NF

Con base en los resultados se puede afirmar que el tipo de suelo presente en la zona, es susceptible a los cambios volumétricos por expansión y contracción, generando de ésta manera la necesidad de mejorarlo con material de préstamo, que cumpla con las especificaciones exigidas por INVIAS. Para el sector oriental, por la presencia de material expansivo, se tiene una capa de mejoramiento de 20 cm con el fin de controlar los cambios generados por la expansión o contracción del suelo. En el sector occidental, el material encontrado presenta mejor consistencia que la del sector oriental por lo que se decidió utilizar el material presente como mejoramiento después de realizadas las excavaciones para acueducto y alcantarillado.

Para el extendido del material de mejoramiento, se compararon con las especificaciones exigidas por INVIAS (Tabla No. 1) los estudios de caracterización realizados al material y determinar si éste era apto o no para la actividad. De cada procedencia de material se sacaron 3 muestras, de cada uno de ellos se determinaron los parámetros indicados en las especificaciones. La totalidad de los resultados debía satisfacer las especificaciones indicadas, de lo contrario se rechazarían los materiales deficientes (Tabla No. 2).

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.



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%	-

Tabla No. 1  
Requisitos de los materiales para terraplenes

CARACTERISTICA	MATERIAL DE MEJORAMIENTO	SUELOS ADECUADOS
Tamaño máximo	89 mm	100 mm
Porcentaje que pasa el tamiz de 2mm (No. 10)	33.3%	≤ 80%
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200)	18.4%	≤ 35%
Contenido de materia orgánica		
Límite líquido	34.9%	≤ 40%
Índice plástico	5.9%	< 15%
CBR de laboratorio	45%	≥ 5%
Expansión en prueba C.B,R	0.1%	≤ 2%
Contenido de sales solubles	0%	≤ 0.2%
Humedad óptima	11.2%	

Tabla No. 2  
Comparación Ensayo de laboratorio – Especificaciones  
Material de mejoramiento

Al inicio de la pasantía se estaba realizando el mejoramiento de la subrasante en el costado oriental desde la calle 4 hasta el Colegio Madre Laura y desde la calle 5 hasta la calle 8 (REMO). Este proceso presentó retraso debido al periodo de lluvias que se estaba presentando en la ciudad por esos días.

La capa de mejoramiento de 20 cm se hizo con material de préstamo, se verificó la excavación del suelo existente previamente en el espesor indicado, y se reemplazó por el material de adición (Fotografía No. 5). Todo esto se avalaba mediante los niveles que la comisión de topografía de interventoría le chequeaba al contratista.



**Fotografía No. 5**  
**Acopio de material**  
**K0 + 482**

En el sector oriental entre calles 5<sup>a</sup> y 6 se encontró material contaminado a la profundidad necesaria para el mejoramiento, por lo que se decidió excavar 20 cm más, de esta manera, se tienen 40 cm de mejoramiento en este sector que garantizan el buen estado de la subrasante y que no se presenten futuros inconvenientes por la contaminación con aceite producto de la gasolinera del sector. La evidencia de la contaminación del material se tiene en el olor que se siente al momento de la excavación, además de las características de color y plasticidad que se observan en el material.

En el momento de compactar el material de mejoramiento se observó que éste estaba muy húmedo por lo que se decidió escarificar, de esta manera evitar la



presencia de fallos después de realizar la compactación. La presencia de fallos se tuvo a lo largo del tramo mejorado pero en algunos sectores se le informó al contratista que los fallos que aparecían nuevamente y que ya habían sido mejorados no se tomarían en cuenta por parte de la interventoría y sería necesario que ellos se hicieran responsables de los mismos, debido a que el contratista debe responder por la conservación del suelo mejorado, hasta que se coloque la capa superior y corregir a su costo cualquier daño que ocurra en ella después de terminada.

Se recibió el material de mejoramiento y se realizó la debida inspección a éste de tal manera que se garantice su buen estado. Este proceso se hizo chequeando que las cotas del terreno estuvieran dentro de las tolerancias establecidas y que el material estuviera completamente sellado y sin segregación. Se verificaban las densidades y si estas eran iguales o superiores al 95% del Proctor Modificado se aprobaba el riego de la sub-base. (Anexo 2)

#### 7.4 Sub-base granular

Una vez se recibió el mejoramiento se autorizó al contratista al riego del material de sub-base. Previamente a este riego de material, interventoría realizó ensayos al material con el fin de garantizar las propiedades del mismo y se recomendó limitar las cantidades de finos para evitar el bombeo de estos ya que es una de las principales causas del deterioro de pavimentos rígidos; los ensayos realizados fueron Granulometría, Límites de consistencia, Desgaste, solidez, CBR, entre otros. Estos ensayos se compararon con las especificaciones exigidas para el material por el INVIAS y se garantizó que cumplieran (Anexo 3)

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

Tabla No. 3  
Franjas granulométricas del material de Sub-base



TAMIZ	MATERIAL DE SUB-BASE	ESPECIFICACION SBG-2
	% PASA TOTAL	
2"	100	100
1 1/2"	100	100
1"	93.6	75 - 95
1/2"	68.5	55 - 85
3/8"	60.3	45 - 75
No. 4	43.5	30 - 60
No. 10	31.8	20 - 45
No. 40	20.2	8 - 30
No. 200	12.1	2 - 15

Tabla No. 4  
Comparación Granulometría Material de Sub-base  
con especificaciones exigidas por INVIAS

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 2/3 (Como se puede observar esta relación fue de  $0.60 < 0.67$ ) y el tamaño máximo nominal no fuera mayor de 2" (1/3 del espesor de la capa compactada.)

ENSAYO	MATERIAL DE SUB-BASE	ESPECIFICACION PARA SUB-BASES
Desgaste (Los Ángeles)	39%	<50%
Solidez (sulfato de Sodio)	2.4%	<12% <18%
Índice plástico	4%	<6%
Partículas deleznable	1%	
CBR	68%	>30%
Humedad óptima	9%	

Tabla No. 5  
Parámetros de control para garantizar  
calidad de material Sub-base granular

El espesor de la sub-base fue 20 cm, durante el desarrollo de la pasantía se hizo el riego de material en todo el costado oriental. Se verificaba que la comisión de topografía ubicara las estacas marcadas con el nivel de sub-base.

Se verificó que el humedecimiento del material se hiciera de manera uniforme y que no perjudicara la capa subyacente; hecho esto se comprobó que se extendiera en todo el ancho previsto y con un espesor uniforme que permitiera obtener el espesor y el grado de compactación exigido (Fotografía 6 y 7). El proceso de compactación se realizó con vibro-compactador y se verificó que el material se conformara ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto.



**Fotografía No. 6**  
**Extendido y conformación Sub-base**  
**K0 + 270**



**Fotografía No. 7**  
**Humectación Sub-base granular**  
**K0 + 270**

Cuando el contratista dio por finalizado el proceso de compactación y se iban a tomar densidades, al realizar la inspección del tramo a entregar, se observó mucho material segregado (bordes, largo y ancho de la calzada) y se le recomendó al contratista sellar con finos para evita la filtración de agua en la capa de sub-base y presencia de fallos más adelante. Antes de que el contratista acogiera la recomendación de interventoría, se presentó en la ciudad dos días de lluvia continua causando filtración del agua por medio de la capa de sub-base. Se observó que el material estaba muy húmedo y se decidió escarificar, pero al hacer esto se observó que el agua corría abundante por medio de la capa por lo que se decidió escarificar todo el tramo y dejar que se orea (Fotografía No. 8). Se observó que la capa de mejoramiento actuaba de manera correcta debido a que el agua que se filtró en la capa de sub-base corría sobre la capa de mejoramiento sin penetrar en ella.

Se realizaron apiques en diferentes puntos para chequear que la presencia de agua no era a lo largo del tramo sino que se centraba en la zona en la que había material segregado como se le había indicado al contratista.





**Fotografía No. 8**  
**Humedad en material de Sub-base**  
**K0 + 160**

A medida que se verificaba la entrega de la sub-base se hacían levantar y mejorar los fallos que se presentaban, el contratista estabilizó el terreno adicionando cemento para corregir los problemas de humedad que se presentaban en el material y garantizar el buen comportamiento de la capa (Fotografía No. 9). Este proceso es muy importante en el desarrollo del comportamiento posterior del pavimento ya que si no se tiene una buena compactación el efecto en la losa podría manifestarse por medio de las fisuras longitudinales a temprana edad.



**Fotografía No. 9**  
**Estabilización con cemento**  
**K0 + 080**



## 7.5 Losa de concreto

### 7.5.1 Caracterización del material para concreto

La interventoría le exigió al contratista que para iniciar con el proceso de fundición era necesario presentar el diseño de la mezcla a utilizar para un MR 42Kg/cm<sup>2</sup>, la ventana de corte y el equipo a utilizar para este proceso (Anexo 4).

Se recibió de la planta de concreto premezclado Predelca S.A.S el diseño de la mezcla en donde se garantiza las especificaciones para el concreto pavimento MR 42, concreto normal de 2500 P.S.I, concreto normal de 3000 P.S.I resumiéndose los resultados así:

ESPECIFICACIÓN	PROMEDIO A 7 DÍAS	% DE RESISTENCIA	PROMEDIO A 28 DÍAS	% DE RESISTENCIA
Concreto pavimento MR 42 Kg/cm <sup>2</sup>	35	83%	47	112%
Concreto normal de 2500 P.S.I	2164	87%	2991	120%
Concreto normal de 3000 P.S.I	2337	78%	3327	111%

Tabla No. 6  
Cuadro resumen Diseño mezcla de concreto

El contratista proporcionó a la interventoría la certificación de los productos a utilizar de Sika Colombia S.A y de Cementos Argos S.A comprometiéndose a garantizar la calidad del producto terminado.

Se realizó el debido análisis al material para concreto verificando que cumpliera a cabalidad con las especificaciones exigidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS)

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	
9.5 mm	2 “	100
25.0 mm	1”	55 - 85
19.0 mm	¾”	50 - 80
4.75 mm	No. 4	30 - 60
425 µm	No. 40	10 - 30
75 µm	No. 200	0 - 15

Tabla No. 7  
Especificación granulométrica para bases de concreto



La tabla No. 7 muestra la granulometría que debía satisfacer la combinación del material fino y grueso lista para elaborar la mezcla de concreto según las características del material fino y grueso respectivamente analizadas.

Se analizaron también los requisitos del agregado fino y grueso a utilizar para la base del concreto hidráulico garantizando que se cumplieran con las especificaciones y límites exigidos, así:

ENSAYO		NORMA DE ENSAYO	REQUISITO
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Angeles	- En seco, 500 revoluciones, % máximo.		40
	- En seco, 100 revoluciones, % máximo.		8
	- Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo <sup>(1)</sup> .	E - 218	60
	- Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo.	E - 219	2
Resistencia mecánica por el método del 10% de finos	Valor en seco, kN mínimo	E-224	50
	Relación húmedo/seco, % mínimo		75
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de sodio.	E - 220	12
	- Sulfato de magnesio.		18
<b>Limpieza</b>			
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo.		E - 211	0.25
Partículas livianas, % máximo.		E - 221	0.5
<b>Geometría de las partículas</b>			
Partículas planas y alargadas (relación 5:1), % máximo		E - 240	10
<b>Características químicas</b>			
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^{=}$ , % máximo.		E - 233	1.0

Tabla No. 8  
Requisitos del agregado grueso para bases de concreto hidráulico



ENSAYO		NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de sodio	E – 220	10
	- Sulfato de magnesio		15
<b>Limpieza</b>			
Índice de plasticidad		E – 126	No plástico
Equivalente de arena, % mínimo		E – 133	60
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		E – 211	3
Partículas livianas, % máximo		E – 221	0.5
<b>Contenido de materia orgánica</b>			
Color más oscuro permisible		E – 212	Igual a muestra patrón
<b>Características químicas</b>			
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^{=}$ , % máximo		E – 233	1.2
<b>Absorción</b>			
Absorción de agua, % máximo		E – 222	4

Tabla No. 9  
Requisitos del agregado fino para bases de concreto hidráulico

ENSAYO	AGREGADO ANALIZADO	ESPECIFICACIÓN INVIAS
<b>DUREZA</b>		
	27	40
Desgaste	7	8
Los Ángeles	32.8	60
	0.2	2
<b>DURABILIDAD</b>		
Solidez	10	12
<b>LIMPIEZA</b>		
Terrones de arcilla y partículas deleznales	0	0.25
índice de plasticidad	-	No plástico
<b>GEOMETRÍA DE LAS PARTÍCULAS</b>		
Partículas planas y alargadas	1.1	10
<b>ABSORCIÓN</b>		
Absorción de agua	2.24	4

Tabla No. 10  
Parámetros de control material para concreto hidráulico

De acuerdo a los resultados de los ensayos realizados a los materiales y debido a que estos cumplen satisfactoriamente con las especificaciones exigidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), se aprobó la utilización de los materiales presentados por el contratista y por la planta de concreto premezclado Predelca S.A.S

### 7.5.2 Chequeos previos a la Fundición

La losa de concreto simple usa placas de concreto sin refuerzo. Para el control de las fisuras se utilizaron barras de contracción transversal que aseguran la transferencia de carga entre las losas y barras de anclaje en las juntas longitudinales en dirección perpendicular al eje de la vía. (Figura 4)

Para la modulación de las losas se verificó que el espaciamiento entre las juntas cumpliera con la relación de esbeltez, donde interviene el ancho y el espesor de la losa, de tal manera que al definir su longitud esta relación estuviera entre 1 y 1.30. Las juntas transversales se ubicaron a máximo 4 m (1.25 veces el ancho de la vía).

Se realizó una inspección previa a la formaleta, los pasadores y las canastillas. Se exigió que se garantizara los 21 cm con la formaleta, pues no se permitirían ajustes a la misma para lograr el espesor y que ésta se encontrara en perfecto estado para su uso. Se verificó que la longitud de los pasadores o dovelas fuera la indicada en el diseño (45 cm) y que las canastillas garantizaran la separación de las dovelas y su posición con respecto al suelo de apoyo (Fotografía No. 10 y 11)

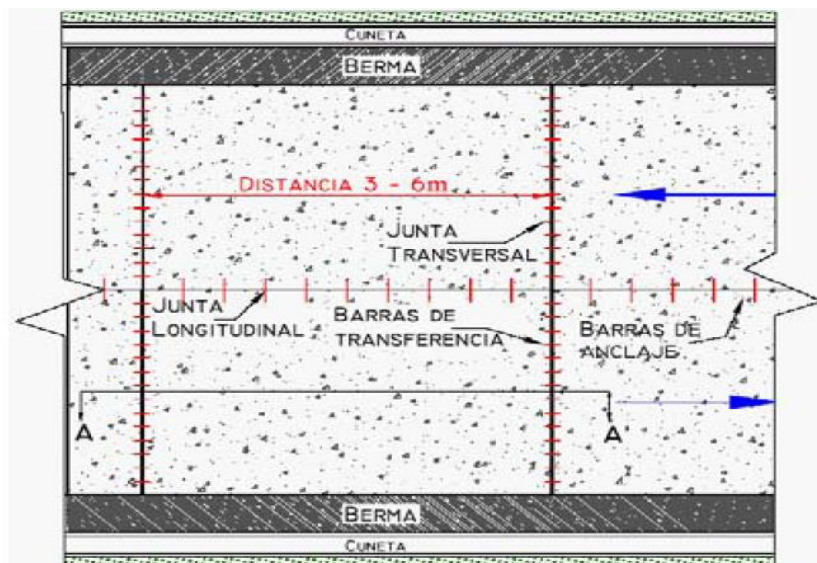


Figura No 4  
Vista en planta Losas de concreto simple

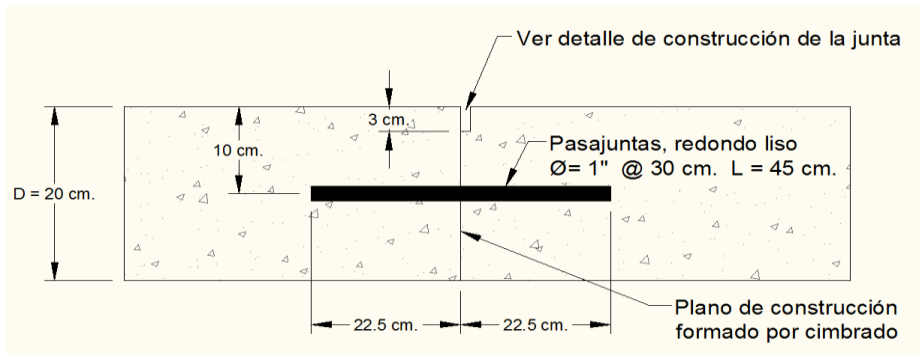


Figura No 5  
Detalle pasadores o dovelas



Fotografía No. 10  
Chequeo separación dovelas



Fotografía No. 11  
Chequeo longitud pasadores o dovelas

Aprobada la formaleta que se iba a utilizar se dio paso a su instalación. La comisión de topografía ubicaba el nivel al que debía estar y una vez instalada se verificó el aplome de la misma (alineamiento y pendiente) y que estuviera cubierta con ACPM de tal manera que se evitara la adherencia entre el concreto y la formaleta. Se chequeó los espesores a lo largo del tramo formaleteado para garantizar el espesor mínimo de la losa (21 cm) (Fotografía No. 12 y 13). En los sectores donde se tenía el terreno alto, se le informaba al inspector para que cortara el material, por el contrario, si una vez se hiciera el chequeo el nivel del suelo de la fundación queda muy por debajo de los niveles indicados, el relleno se hacía en capas de 3 cm de espesor y mínimo de 50 cm de ancho. Si se observaba material suelto en la superficie se hacía barrer antes de colocar el concreto.



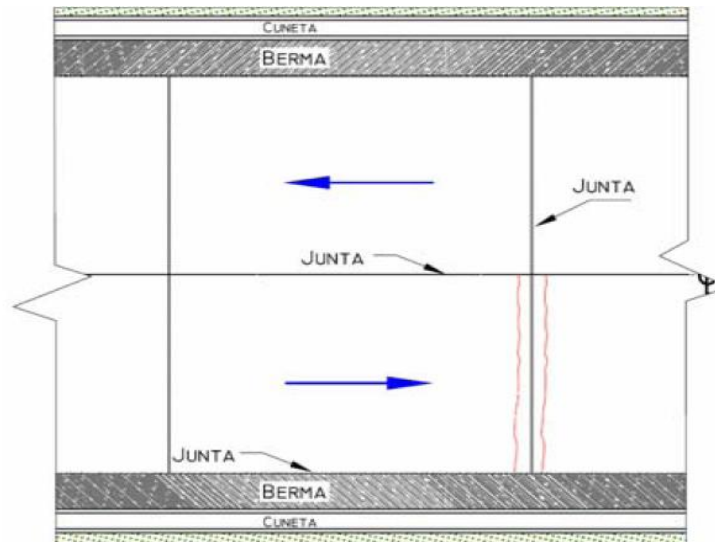


Figura 7  
Vista en planta grietas en los extremos de los pasadores

Se chequeó el anclaje de las canastillas de tal manera que en el proceso de fundición estas no fueran movidas por la mezcla garantizando así la posición correcta de las dovelas o pasadores, evitando la presencia de fisuras posteriores. (Fotografía No. 14)



Fotografía No. 14  
Ubicación refuerzo transversal  
K0 + 251 – K0 + 275



La variación de la distribución de esfuerzos debida a la presencia de pozos o sumideros, convierte esta zona vulnerable a la aparición de grietas derivadas de la geometría irregular de la zona adyacente al pozo, que no permite una buena distribución de esfuerzos, por lo tanto, en estas zonas se verificó que en la modulación las losas fueran lo más regulares posible y que las placas fueran reforzadas (Fotografía No. 15). Se examinó que la parrilla de refuerzo fuera elaborada cumpliendo con el diseño establecido, garantizando la separación de las varillas (Figura 8).

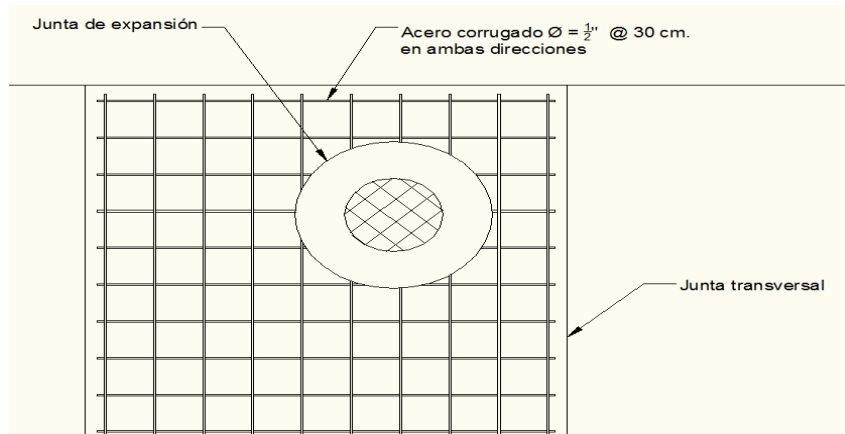


Figura No 8  
Acero de refuerzo debido a la presencia de  
cámaras de inspección o por geometría compleja



Fotografía No 15  
Instalación parrillas de refuerzo  
K0 + 650

### 7.5.3 Proceso de fundición

Una vez se realizaron todos los chequeos previos y sin presentar inconvenientes, se procedió a la fundición de las losas de concreto. Cuando llegaba el concreto a la obra se examinaba que la Mixer viniera con el sello de seguridad, éste debía estar bien colocado, sin alteraciones y el número en el sello debía coincidir con el número de la remisión.

Como interventoría se registró la información de la hora de llegada de la Mixer a la obra, la hora de inicio del descargue y la hora de terminación del descargue así como el número de losas fundidas.

Se dejaba correr la mezcla una cantidad considerable y se determinaba el asentamiento del concreto, teniendo en cuenta que en lo posible no hubieran pasado más de 30 minutos desde la llegada de la mezcladora a la obra. En el diseño presentado por el contratista el asentamiento especificado fue de 4" por lo tanto la tolerancia admitida es de  $\pm 1$ ". (Fotografía No.16)



**Fotografía No. 16**  
**Toma de asentamiento - Slump**

El concreto se depositaba de tal manera que no requiriera mayor manipuleo posible. No se permitía que el descargue de la mezcla se hiciera formando un cono ya que esto genera la segregación de los materiales, se recomendó que se distribuyera a lo ancho de la losa moviendo el canal de la mezcladora a medida que bajaba el concreto. En el sector de las juntas, donde se tenía la presencia de los pasadores, no se permitía el descargue directo sobre ellos ya que esto podía deformar las canastillas y se evita que se levanten los pasadores generando una

mala posición, para esto se recomendó adicionar el concreto sobre los pasadores por medio de paleo garantizando de esta manera la correcta posición de los mismos.

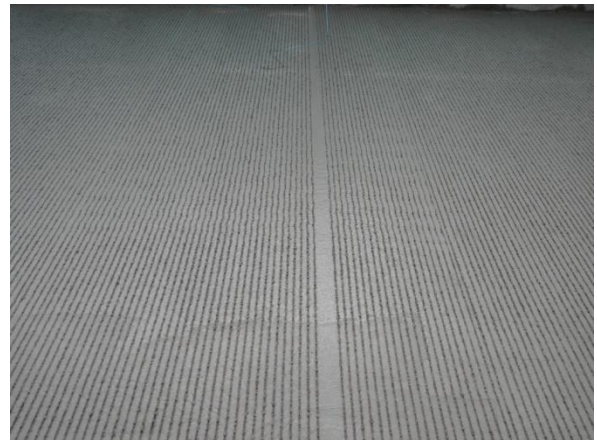
Para lograr una compactación completa, además de la regla vibratoria se exigió utilizar mínimo dos (2) vibradores y se recomendó que en las partes cercanas a las juntas estos no entraran en contacto con los pasadores y las canastillas ya que esta interacción afecta la posición de las dovelas pudiendo generar daños posteriores.

Se verificó que se sellaran las irregularidades que quedaban en la superficie con ayuda de la llana metálica, con el fin de proporcionar seguridad de conducción a la superficie de rodadura de pavimento. Se chequeó que se hiciera el Microtexturizado con el fin de proporcionar fricción y garantizar seguridad en la vía (Fotografía No.17).

Una vez se observaba que el brillo superficial del agua en la losa desaparecía se verificaba que se hiciera el macrotexturizado, chequeando que la penetración de las cerdas no fuera mayor a 1 mm y su separación no mayor a 2 cm, de tal manera que se facilita la salida del agua en el caso de lluvia y se mejora la interacción rueda – pavimento evitando el acuaplaneo de los vehículos durante la lluvia sobre el pavimento. Se verificaba que se retiraran las cerdas del cepillo en la separación de las juntas con el fin de facilitar el corte de las mismas y facilitar el proceso de sellado en las juntas transversales. (Fotografía No. 18)



**Fotografía No. 17**  
**Microtexturizado**  
**K0 + 290**



**Fotografía No. 18**  
**Macrotexturizado - Rayado**  
**K0 + 270**



Una vez se realizó el rayado se verificó el uso de Antisol para evitar la evaporación rápida del agua y el resecamiento prematuro, garantizando de esta manera el completo desarrollo de las resistencias

Se verificó que al finalizar el día de fundición, en la junta constructiva las dovelas quedaran alineadas y con la medida exigida, al igual que las barras de anclaje debido a que la mala alineación tanto en sentido horizontal como vertical inciden en la aparición de fisuras transversales.

Para el control de calidad de agregados y capas terminadas la participación de ensayos de laboratorio fue de supervisión y con ayuda de los informes mensuales entregados a la interventoría, se relacionaron las pruebas realizadas a los materiales de las capas de la estructura de pavimento. Se tomaron muestras de cada carro intermedio de tal manera que con ayuda del contratista se tomaran muestras de la totalidad de concreto en cada fundida. (Anexo 5)

En los resultados obtenidos se verificó que se cumpliera con las especificaciones previamente exigidas al contratista, la interventoría estaba tomando alternadamente 3 cilindros y 3 vigas pero se decidió tomar 3 vigas cada vez que le correspondiera el control a la interventoría de tal manera que se tuviera una viga testigo y el ensayo de flexión se hiciera de manera directa y no mediante correlaciones con los cilindros, se deja una viga testigo en caso que la resistencia en los resultados obtenidos no fuera la deseada.

Los resultados obtenidos de los ensayos cumplen con las especificaciones demostrando de esta manera la buena calidad del producto terminado.

Para el corte de las juntas se tienen en cuenta los factores ambientales en el momento de la fundición, la temperatura ambiente y la humedad del lugar de construcción son factores determinantes en el tiempo necesario para el corte. Generalmente el corte se realiza 6 horas después del inicio de la fundición pero si el día ha sido muy soleado este tiempo puede disminuir a 4 o 5 horas. Por lo tanto se puede decir que el tiempo de cortado varió entre 4 a 7 horas (Fotografía No.19).



**Fotografía No. 19**  
**Corte de las juntas**

Una vez se ha realizado el corte transversal y longitudinal de las losas se procedió a sellarlo, para impedir la entrada de agua a la estructura, así como la obstrucción causada por cuerpos extraños dentro de la junta, que podrían obstaculizar su buen desempeño (Figura No. 9).

Se exigió al contratista que el material sellante cumpliera con los siguientes requisitos:

- Impedir el paso del agua hacia la sub-rasante y/o sub-base.
- Acomodarse a los movimientos que ocurran en la junta.
- Tener la propiedad de recuperar su forma original, cuando la sollicitación cesa.
- Permanecer adherida a la superficie del concreto de modo que no se desprenda por la acción de los esfuerzos a que se encuentra sometido, en especial los inducidos por los cambios de temperatura.
- La viscosidad no debe sufrir variaciones altas con el cambio de temperatura.
- Las propiedades no deben cambiar durante la vida útil de la estructura.
- Evitar la penetración de materiales sólidos incompresibles.

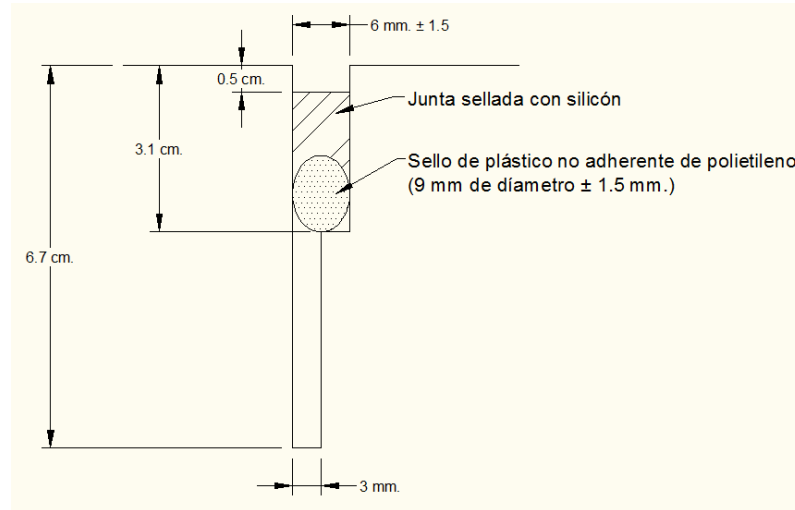


Figura No 9  
Detalle de construcción de la Junta

Cuando se iba a sellar la junta se le exigió al contratista que limpiara perfectamente la junta y se le chequeaba que estuviera libre de polvo e imperfecciones, se autorizaba la instalación del sello y la adición del silicón (Fotografía No. 20 y 21).



Fotografía No. 20  
Sello de plástico no adherente de polietileno  
K0 + 250



Fotografía No. 21  
Sellamiento de la Junta con silicón  
K0 + 250

## 8 SUPERVISIÓN OBRAS DE URBANISMO PARQUE EL CADILLAL

Al inicio de la pasantía no se había concebido dentro del proyecto inicial del trabajo de grado las actividades de supervisión de obras de urbanismo, debido a que se había planteado únicamente el trabajo en la pavimentación en el Patía. Con el cambio de objeto del trabajo se implementaron mayores actividades dentro de las cuales se encuentran las obras de urbanismo presentes en el proyecto de Obras complementarias del paso deprimido por Popayán. Se realizó el seguimiento a cada una de estas, garantizando el cumplimiento de las especificaciones y ayudándole al contratista a solucionar imprevistos que se presentaban en el transcurso de las mismas.

### 8.1 Construcción jardineras

En el inicio de la pasantía ya se había fundido la cimentación de las jardineras en concreto ciclópeo. La ubicación de la mampostería se le definió al contratista permitiéndole utilizar ladrillo sucio en la parte trasera de la jardinera debido a que este sería tapado por el material de relleno de la jardinera.

En el proceso de instalación se tuvo especial cuidado debido a que la localización de las mismas hacía necesario disminuir el número de hiladas para proporcionar una caída ligera y agradable a la vista (Fotografía No. 22). Una vez instalada la mampostería se chequearon las hiladas y se hicieron bajar los ladrillos que estaban mal instalados y daban mal aspecto a las jardineras.



**Fotografía No 22**  
**Instalación mampostería**  
**Parque El Cadillal**

Una vez se terminó la instalación de la mampostería se procedió a formaletear para la fundición de la viga de amarre y las columnetas. Se realizó la inspección a la madera que se iba a utilizar como formaleta y se le informó al contratista que era necesario cepillarla previamente, en caso contrario, no se le permitiría utilizar este material pues presentaba imperfecciones que se reflejarían en el concreto una vez se realizara la fundición. Debido a la recomendación de la interventoría el contratista decidió utilizar Triplex y de esta manera se evitaba el cepillado de la madera garantizando el buen acabado de la viga. Se verificó que la formaleta estuviera debidamente empataada de tal manera que no se marcara en la viga. (Fotografía No.23)



**Fotografía No. 23**  
**Formaleta Fundición viga de amarre**  
**Parque El Cadillal**

Previo al vaciado del concreto se verificó que las canastas de refuerzo se hubieran hecho de manera adecuada, garantizando el acero especificado para esta actividad. Se chequeó que se emplearan varillas de  $\frac{1}{2}$ " y los flejes fueran de  $\frac{3}{8}$ " cada 60 cm. Se revisó que las canastas de refuerzo siguieran la forma de la jardinera y se encontraran centradas, que el refuerzo no presentara mortero, óxido, grasa o cualquier otro elemento que pudiera afectar la adherencia del acero con el concreto. (Fotografía No.24)





**Fotografía No. 24**  
**Acero de refuerzo jardineras**  
**Parque El Cadillal**

Se dio paso al vaciado del concreto en donde se chequeó el asentamiento de la mezcla según lo especificado en el diseño de la misma (Ensayo de Slump), se verificó que la formaleta se humedeciera para dar buen terminado a la viga, que la viga tuviera la resistencia especificada (2500 psi) se verificó que se utilizara el vibrador y que en el momento del vaciado del concreto la canastilla no se moviera en exceso por la caída del concreto.( Fotografía No.25)



**Fotografía No. 25**  
**Clocación de concreto vigas de amarre**  
**Parque El Cadillal**

En los sectores donde quedó mal vibrado y la apariencia de la viga quedó porosa se autorizó repellar para proporcionar el terminado de la viga. Una vez se tenía la viga se procedió a la instalación de la alfajía chequeando la alineación de las piezas, que se realizara el remate de las mismas con mortero, se verificó que se pasara el refuerzo por el medio de las piezas con el fin de proporcionar mayor resistencia a las mismas (Fotografía No. 26). En las esquinas de las jardineras se fundió el remate de las alfajías y para finalizar se hizo limpiar las jardineras terminadas y se dio la aprobación por interventoría al contratista.



**Fotografía No. 26**  
**Instalación de alfajía**  
**Parque El Cadillal**

## 8.2 Riego de sub-base

Compactado el fondo de la excavación, se inició con el riego de sub-base. Para lograr el espesor especificado, el extendido se hizo en capas de 10 cm de tal manera que se garantizara su debida compactación. Cuando se logró el espesor se chequeaban los niveles y se daba por recibida para de esta manera continuar con la capa de arena. (Fotografía No. 27)



Fotografía No. 27  
Nivelación capa de sub-base  
Parque El Cadillal

### 8.3 Instalación de sardinel y bordillo prefabricado

Se instalaron sardineles y bordillos de acuerdo con los diseños y alineaciones que aparecen en los planos. Se recogieron muestras de los bordillos y sardineles para realizarles ensayos que garanticen la resistencia del concreto ( $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ ). Se chequeó que los sardineles se instalaran sobre una base de recebo de 15 cm de espesor y 4 cm de concreto pobre.

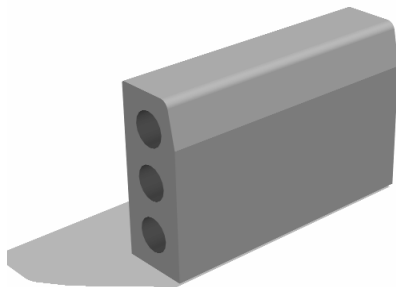


Figura 10  
Modelo sardinel

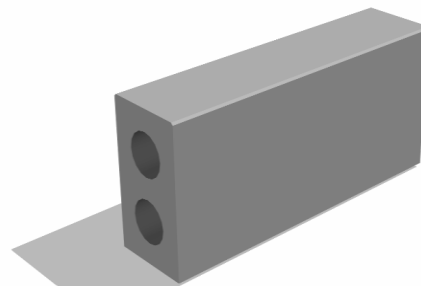


Figura 11  
Modelo Bordillo

Se tuvo especial cuidado con los bordes curvos propuestos en los detalles y con el alineamiento de las caras siendo necesario rechazarlos si presentaban

imperfectos u ondulaciones. Se chequeó que la separación entre estos elementos no fuera superior a 1 cm y que se realizara su relleno con mortero.

Una vez instalados se realizó la inspección de tal manera que se garantice que no se presente ninguna holgura y que queden localizados tal como se indica en los planos. Se permitió una holgura de 3 mm en toda su longitud por exceso o por defecto de acuerdo a los alineamientos medidos por la comisión de topografía. (Fotografía No. 28 y 29)

El sardinel terminado no debía presentar desperfectos visuales de alineación vertical u horizontal. Toda obra deficiente era removida y reconstruida.



**Fotografía No. 28**  
**Instalación Sardinel**



**Fotografía No 29**  
**instalación de Bordillo**  
**Parque El Cadillal**

#### **8.4 Capa de arena**

En las zonas a adoquinar fue muy importante el chequeo de los 4 cm de arena especificados, debido a que ésta sirve de filtro para el agua que pueda penetrar por las juntas, de capa de acomodo para los adoquines y, al penetrar por las juntas, ayuda a que estos se traben entre sí.

Se recomendó que una vez se pasara la arena por la zaranda se paleara varias veces de tal manera que la humedad fuera uniforme y en caso de que la arena hubiera soportado lluvia o escorrentía, se inspeccionaba su estado debido a que ésta puede estar húmeda pero no empapada, si este era el caso, no se permitía su uso, se ordenaba levantar y reemplazar por arena suelta y uniforme que estuviera en condiciones óptimas de humedad, es decir, ni seca ni saturada.

Se exigió que los 4 cm de arena fueran uniformes en toda la superficie y no se usaran para corregir irregularidades con las que hubiera quedado la base debido a que luego aparecerán estas irregularidades en forma de ondulaciones de la superficie (Figura 12).

Se instalaba la arena y se enrasaba con la boquillera y se chequeaban los niveles del tramo terminado (Fotografía No. 30)

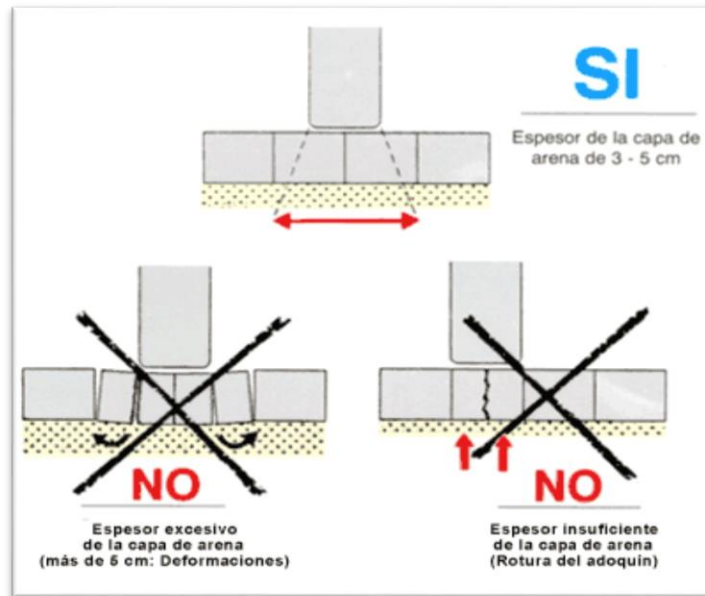


Figura 12  
Deformación según el espesor de la capa de arena



Fotografía No 30  
Capa de arena enrasada y nivelada

### 8.5 Instalación loseta guiadora

Se verificó que en la instalación se previera la respectiva modulación de tal manera que las colillas no se notaran excesivamente y en lo posible fueran evitadas. Se verificó que no se tuvieran desperfectos visuales de alineación vertical u horizontal. Toda obra deficiente se hizo remover y reconstruir según los procesos especificados (Fotografía No. 31).



**Fotografía No. 31**  
**Instalación loseta guiadora**  
**Parque El cadillal**

### 8.6 Adoquín en concreto y arcilla

Previo a la instalación del adoquín ya se ha verificado la instalación de los bordillos que sirven de confinamiento de borde, y la nivelación de la capa de arena (Figura 13). Además se tomaron muestras aleatorias de los adoquines para realizar los respectivos ensayos y verificar que estos cumplieran con los requisitos de resistencia a la compresión, abrasión, absorción de agua, entre otros.

Se verificó que el almacenamiento de los adoquines tanto de arcilla como de concreto se hiciera de tal manera que los arrumes fueran ordenados no mayores a 1.5 m de altura y no se permitió el descargue por volteo debido a que origina una compactación inicial.

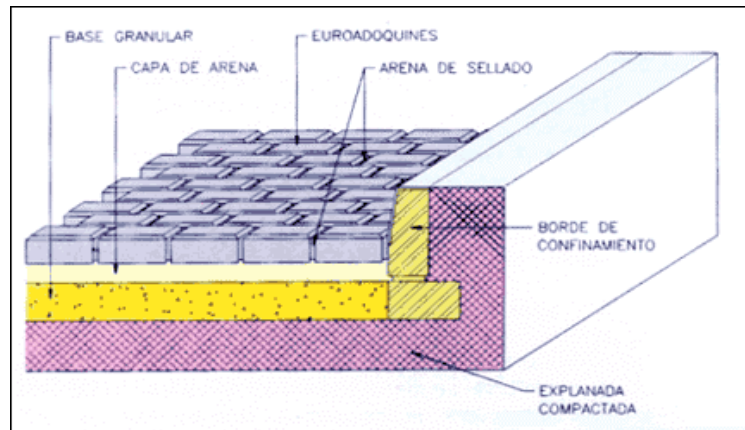


Figura 13  
Elementos principales sendero en adoquín

Se verificó que la instalación de las piezas de adoquín se hiciera de tal manera que se evitara pisar el lecho de arena debido a que la desnivelan y que los trabajadores se ubicaran sobre las piezas instaladas de adoquín debido a que imponer cargas al pavimento antes de su compactación y sellado completo puede ocasionar astillamientos entre los adoquines. Se verificó también que no se martillaran durante su colocación para evitar desportilladuras o astillamientos. Se recomendó que el orden de colocación garantizara que los adoquines pudieran ser trabados con facilidad de tal manera que no se forzara la cabida de un adoquín entre los ya instalados (Fotografía No. 32).



Fotografía No 32  
Instalación piezas de adoquín  
Parque El Cadillal

Se verificó que las líneas del modelo de colocación no se desviarán, en caso tal de que esto pasara se recomendó que las uniones entre los adoquines se ajustaran usando palancas que restauraran el modelo de colocación deseado antes de ser sellado con arena.

Una vez se terminaron de colocar las piezas de adoquín que quedaron enteras dentro de la zona de trabajo, se colocaron las piezas de ajuste o colillas que resulten. Estas debían ser hechas con maquina cortadora de banco, en las dimensiones y geometría exactas. Por ningún motivo se permitieron cortes con pulidora, ni con palustre. Una vez se colocaban las colillas se inspeccionaba y en caso de no quedar perfectamente instaladas se hacían levantar y volver a sacar las piezas de ajuste. (Fotografía No. 33)



**Fotografía No. 33**  
**Malos remates piezas de adoquín**  
**Parque El Cadillal**

Cuando las juntas se sellaron completamente con arena, se aplicó el ciclo de compactación hasta llevar el pavimento a su estado final. Se aconsejó la utilización de placas vibratorias recubiertas de una capa protectora. De esta forma se garantizaría una mayor uniformidad en las vibraciones y se evitaran daños estéticos en los adoquines (Figura 14). En obra el contratista utilizó triplex para evitar el daño en las piezas pero se le advirtió que éste no generaba el mismo efecto de vibrado que los métodos recomendados por la interventoría y en caso tal de que se presentaran deformaciones en el terminado se harían levantar los adoquines.



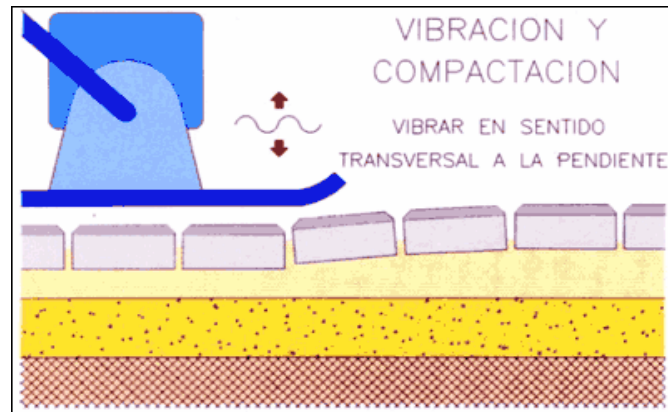


Figura 14  
Recomendaciones de vibrado del adoquín

Para lograr una buena penetración de arena entre las juntas, y garantizar su llenado, se utilizó una escoba o cepillo de cerdas largas y duras con el que se barrió repetidamente en distintas direcciones, durante cada pasada del equipo vibro compactador y después de la última pasada. (Fotografía No. 36)

Se dejó un sobrante de arena bien esparcida sobre todo el aparejo terminado, por lo menos durante dos semanas después de la colocación, para que el tráfico y las probables lluvias ayuden a acomodar la arena y a consolidar el sellado. Bajo ninguna condición se permitió el lavado del pavimento articulado con chorro de agua a presión durante su construcción, ni después de ella.



**Fotografía No. 36**  
**Compactación y barrido de adoquín**  
**Parque El Cadillal**



## 9. CONTROL DE HORAS

Durante el desarrollo del trabajo de Grado, modalidad pasantía, se contó con una intensidad horaria de 8 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 el Ingeniero Armando Sánchez, 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 19 de agosto de 2010 por el director de la territorial.





## 10. CONCLUSIONES

- En la ejecución de la obra se presentaron retrasos por problemas en la maquinaria, el mal tiempo, actividades imprevistas y en algunas ocasiones escases en los materiales por lo que fue necesario plantear soluciones prontas al contratista con el fin de evitar que estos retrasos llevaran al incumplimiento del cronograma establecido, o en su defecto, a que este desfase no generara mayores inconvenientes para la puesta al día de actividades.
- En la supervisión técnica realizada a la ejecución de los ensayos efectuados a los agregados y el control de calidad, se acataron las recomendaciones técnicas durante el desarrollo de estos.
- Los resultados de los primeros ensayos de laboratorio al producto terminado estaban mostrando irregularidades al realizar las correlaciones en los ensayos de flexión, cuando se cambiaron las muestras por vigas los resultados obtenidos de las muestras tomadas muestran que se ha logrado la resistencia deseada, éstas garantizan el buen comportamiento del concreto.
- Al finalizar la pasantía no se han presentado fisuras en las losas lo que indica que se ha realizado un buen trabajo y que el contratista ha cumplido con todas las recomendaciones que se le hicieron desde el inicio del proceso constructivo.
- Se comprobó que una buena colaboración entre el contratista y la interventoría hace que la ejecución de las obras se desarrolle de manera satisfactoria garantizando de esta manera que el producto terminado será de buena calidad y no presentará inconvenientes en su vida útil
- El trabajo de grado, modalidad pasantía, proporcionó vivacidad para explorar los problemas que se presentan en la ejecución y desarrollo de la obra y dar soluciones eficaces y con criterio, que contribuyan a continuar con el buen desarrollo de la obra.
- El desarrollo de la pasantía genera un mejor desenvolvimiento al inicio de la vida profesional, pues se tiene la oportunidad de interactuar en el medio



antes participando en la toma de decisiones y adquiriendo experiencia en los diferentes procesos constructivos que se presenten a lo largo de ella.

- El buen desempeño de las actividades dentro del desarrollo de la pasantía genera la entrada en el campo profesional y abre las puertas a buenas oportunidades en el campo laboral.



## 11. BIBLIOGRAFIA

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



**ANEXO 1**  
**ESTRATIFICACIÓN DEL SUELO EXISTENTE**



**ANEXO 2**  
**ENSAYOS CARACTERIZACIÓN MATERIAL DE MEJORAMIENTO**





**ANEXO 3**  
**ENSAYOS CARACTERIZACIÓN MATERIAL DE SUB-BASE**



**ANEXO 4**  
**DISEÑO DE LA MEZCLA Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL PARA**  
**CONCRETO**



**ANEXO 5**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD PRODUCTO TERMINADO**