

**APOYO TÉCNICO AL PROYECTO MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE  
LA VÍA GUITARILLA – ARRAYANES TÚQUERRES DEL MUNICIPIO DE  
GUITARILLA DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**DARIO FERNANDO VIVAS ROJAS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2016**

**APOYO TÉCNICO AL PROYECTO MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE  
LA VÍA GUITARILLA – ARRAYANES TÚQUERRES DEL MUNICIPIO DE  
GUITARILLA DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**DARIO FERNANDO VIVAS ROJAS**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Asesor**

**Ing. JAMES ROSERO CARVAJAL  
Docente Facultad de Ingeniería Civil**

**Co-Asesor**

**Ing. JOHN JAIRO GALINDEZ SANTANDER  
Director de obra**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2016**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son de responsabilidad exclusiva del autor”.

Artículo 1° del Acuerdo 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor.”

Artículo 13 Acuerdo N° 005 de 2010, emanado del Honorable Consejo Académico.

**Nota de Aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Jurado

---

Firma del Asesor

---

Firma del Co-asesor

San Juan de Pasto, Octubre de 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

Al ingeniero John Galindez Santander, por haberme permitido realizar mi práctica profesional

Al ingeniero James Rosero, asesor del trabajo de grado

A la Alcaldía Municipal de Guaitarilla y al equipo técnico de trabajo por toda su colaboración

## **DEDICATORIA**

A Dios que me permitió vivir y otorgó la capacidad para desempeñarme en mis labores.

A mis padres, que en todo momento me apoyaron en la consecución de las metas.

A mi esposa y a mi hermoso hijo, por todo el amor, comprensión y afecto que me han brindado.

A mis hermanos, por su grandiosa compañía.

A mis abuelitos, tíos, primos, sobrinos a todos mis familiares y amigos.

**\_Siempre existió un camino inhóspito, pero la luz de tu presencia guío mis pasos.**

**Darío Fernando Vivas Rojas**

## RESUMEN

El presente informe da a conocer las actividades realizadas en la pasantía en el proyecto “Mejoramiento y Mantenimiento de la vía Guaitarilla – Arrayanes Túquerres del municipio de Guaitarilla Departamento de Nariño”

Como auxiliar de ingeniería en las diferentes actividades constructivas se desarrollaron las siguientes actividades:

- Apoyo técnico en las diferentes actividades constructivas desarrolladas en la obra
- Seguimiento y control de actividades desarrolladas diariamente en campo.
- Apoyo técnico en la verificación de cumplimiento de parámetros y especificaciones de los materiales utilizados en el desarrollo del proyecto
- Control de las actividades constructivas y que estas se llevaran a cabo de acuerdo a las especificaciones del proyecto y a los planos de obra.
- Registro fotográfico y en bitácora del desarrollo de las actividades en obra, así como su avance

## **ABSTRACT**

The present report gives to know the activities carried out in the internship in the "Improvement and Maintenance of the road Project Guaitarilla – Arrayanes Tuquerres the town of Nariño Department.

As an engineering assistant in the different construction activities the following activities were carried out:

- Technical support in the different construction activities in the work
- Monitoring and control of daily activities in the field
- Technical support in the verification of compliance of parameters and specifications of the materials used in the Project
- Control of constructive activities and that they will carry out according to the Project specifications and project plans
- Photographic record in the binnacle and development of work activities as well as check your progress

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	17
1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS .....	25
1.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE .....	25
1.1.1 Estudio de localización y replanteo. ....	25
1.1.2 Estudio de tránsito.....	26
1.1.3 Estudio de diseño geométrico. ....	26
1.1.4 Estudio de hidrología e hidráulica. ....	27
1.1.5 Estudio de geología.....	28
1.1.6 Estudio de geotecnia.....	28
1.1.7 Estudio de diseño de pavimentos. ....	31
1.1.8 Presupuesto de obra.....	32
1.2 APOYO TÉCNICO, SUPERVISIÓN Y CONTROL EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS K0+000 – K7+947 VÍA GUAITARILLA – ARRAYANES .	32
1.2.1 Rocería.....	34
1.2.2 Limpieza a mano de alcantarillas de tubo de 600 o 900 mm. ....	36
1.2.3 Mejoramiento de subrasante con material de adición. ....	37
1.2.4 Pavimentación en concreto hidráulico K0+000 – K0+200.....	44
1.2.5 Construcción de 7 alcantarillas diámetro interno 36”.....	60
1.2.6 Muros de contención en concreto ciclópeo K0+200, K5+640. ....	62
1.2.7 Muro de contención en concreto reforzado K7+648.....	64
1.2.8 Construcción de filtros K0+200 – K7+947.....	66
1.3 REGISTRO DE INFORMACIÓN DIARIA DE AVANCE SEGÚN LAS CANTIDADES DE OBRA EJECUTADAS .....	67
1.3.1 Medición de cantidades.....	67
1.3.2 Informe diario. ....	70
1.3.3 Bitácora de obra.....	70

1.3.4	Seguimiento gráfico de obra. ....	70
1.3.5	Cronograma y flujo de fondo ejecución de obra.....	70
1.4	RENDIMIENTOS EN OBRA.....	71
1.4.1	Rendimiento mano de obra. ....	71
1.4.2	Rendimiento equipos en obra. ....	72
1.5	ACTAS PARCIALES .....	73
1.6	PEDIDO DE MATERIALES.....	73
1.7	REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	74
1.8	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	74
1.8.1	Pavimento en concreto hidráulico K0+000 – K0+200. ....	74
1.8.2	Alcantarillas.....	75
1.8.3	Muro de contención en concreto reforzado. ....	75
2.	CONCLUSIONES.....	76
3.	RECOMENDACIONES .....	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	78

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Resultados censo 2005 DANE.....	19
Tabla 2. Tránsito normal en la vía de estudio .....	26
Tabla 3. Demanda de estructuras de drenaje vía Guaitarilla – Arrayanes.....	27
Tabla 4. Valores de C.B.R. vía Guaitarilla – Arrayanes .....	29
Tabla 5. Localización de alcantarillas 36” .....	33
Tabla 6. Localización de sumideros.....	34
Tabla 7. Distribución de material de afirmado vía Guaitarilla – Arrayanes.....	42
Tabla 8. Esquema control de personal .....	71
Tabla 9. Rendimiento mano de obra.....	72

## LISTA DE IMÁGENES

	<b>Pág.</b>
Imagen 1. Localización municipio de Guaitarilla.....	19
Imagen 2. Localización vía Guaitarilla – Arrayanes.....	20
Imagen 3. Localización y replanteo vía Guaitarilla - Arrayanes.....	25
Imagen 4. Sección transversal mixta.....	27
Imagen 5. Estratigrafía apiques A-1 y A-2 tramo vía Guaitarilla – Arrayanes.....	28
Imagen 6. Franjas granulométricas de material de sub-base granular-25 (Tabla 320-3 INVIAS).....	30
Imagen 7. Franjas granulométricas de material de afirmado A-38 y A-25 (Tabla 311-2 INVIAS).....	30
Imagen 8. Tipología muro de contención K7+648.....	31
Imagen 9. Tipología filtro drenante.....	31
Imagen 10. Secuencia de conformación con motoniveladora.....	42

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Pág.</b>
Fotografía 1. Surco de erosión diagonal K4+500.....	21
Fotografía 2. Perdida de pendiente transversal y surco de erosión K4+600. ...	21
Fotografía 3. Fallos en subrasante, baches en la vía K4+785. ....	21
Fotografía 4. Cunetas sin trazado y cubiertas por vegetación K5+176.....	22
Fotografía 5. Cunetas sin alineamiento y profundidad adecuados K5+624. ....	22
Fotografía 6. Bacheo utilizando escombros de construcción K5+900. ....	22
Fotografía 7. Presencia de aguas servidas con descole a la cuneta K6+900...	23
Fotografía 8. Sector sin pavimentación K0+100. ....	23
Fotografía 9. Vereda Buenos Aires, municipio de Guaitarilla.....	24
Fotografía 10. Vereda Buenos Aires, municipio de Guaitarilla.....	24
Fotografía 11. Talud inestable K7+648.....	28
Fotografía 12. Entrega de E.P.P. Instalación valla informativa del proyecto.....	35
Fotografía 13. Ejecución de Rocería K1+360. Señalización vial K5+330. ....	35
Fotografía 14. Desmonte K3+990 y cargue de material de desmonte K1+360. .	36
Fotografía 15. Limpieza de estructura de salida alcantarilla K5+344.....	37
Fotografía 16. Chequeo de tubería. Desalojo de material de alcantarilla . ....	37
Fotografía 17. Veta para explotar recebo. Tamizado de material. ....	39
Fotografía 18. Selección de sobre tamaños. Material apto como afirmado. ....	39
Fotografía 19. Escarificación de vía K5+600, Trazado de cunetas K2+066. ....	41
Fotografía 20. Cargue de material de limpieza de cunetas K1+960. ....	41
Fotografía 21. Distribución y extensión de material de afirmado K0+600.....	43
Fotografía 22. Extensión de afirmado. Irrigación en afirmado K1+200. ....	43
Fotografía 23. Irrigación y compactación de afirmado K1+600.....	44
Fotografía 24. Compactación de afirmado, corrección de baches K6+200. ....	44
Fotografía 25. Excavación de la explanación, conformación de sub rasante ....	46
Fotografía 26. Extensión y compactación de sub-base K0+080.....	47

Fotografía 27.	Extensión y compactación de base K0+040.....	48
Fotografía 28.	Construcción de sumideros K0+000 – K0+200. ....	49
Fotografía 29.	Realce de pozos de inspección K0+000 – K0+200. ....	50
Fotografía 30.	Instalación de formaleta y pasador de transferencia de carga. ...	52
Fotografía 31.	Materiales para mezcla y dosificación K0+000 – K0+200. ....	53
Fotografía 32.	Transporte y vibrado del concreto K0+000 – K0+200. ....	54
Fotografía 33.	Ensayos de slump al concreto K0+000 – K0+200.....	55
Fotografía 34.	Toma de muestras de cilindros y vigas K0+000 – K0+200.....	56
Fotografía 35.	Acabado y texturizado de la superficie K0+000 – K0+200. ....	57
Fotografía 36.	Curado del concreto y aserrado de juntas K0+000 – K0+200. ....	58
Fotografía 37.	Sellado de juntas K0+000 – K0+200. ....	58
Fotografía 38.	Construcción de bordillos K0+000 – K0+200.....	59
Fotografía 39.	Construcción de alcantarillas Ø 36". K0+200 – K7+947.....	61
Fotografía 40.	Muro de contención en concreto ciclópeo K0+200.....	63
Fotografía 41.	Muro de contención en concreto ciclópeo K5+640.....	64
Fotografía 42.	Construcción de muro de contención reforzado K7+648.....	65
Fotografía 43.	Construcción de filtros K0+490.....	67

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Diseño geométrico K0+000 – K0+200.....	80
Anexo B. Plano Alcantarilla tipo 36”.....	88
Anexo C. Ensayos de campo y laboratorios .....	90
Anexo D. Análisis Pavimento en concreto rígido .....	114
Anexo E. Ensayos de laboratorio material de mejoramiento .....	118
Anexo F. Cartera de mejoramiento vial K0+200 – K7+947 .....	124
Anexo G. Carteras pavimento rígido K0+000 – K0+200 .....	128
Anexo H. Ensayo Proctor modificado y toma de densidades a la Base.....	133
Anexo I. Plano detalles constructivos sumidero tipo Empopasto .....	135
Anexo J. Ensayos de resistencia y flexión al pavimento rígido.....	136
Anexo K. Ensayos de resistencia alcantarillas tipo 36”.....	138
Anexo L. Esquema muros de contención tipo en concreto ciclópeo .....	142
Anexo M. Detalle constructivo y ensayo de resistencia muro reforzado .....	143
Anexo N. Registro de ejecución y avance diario.....	146
Anexo O. Pedido o requisición de materiales .....	152
Anexo P. Registro Fotográfico Antes y Después .....	153
Anexo Q. Reportes adicionales.....	157

## GLOSARIO

**Aditivo:** producto químico o mineral que modifica una o más propiedades de un material o mezcla de estas.

**Afirmado:** capa compactada de material granular con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito

**Agregado:** material granular de composición mineralógica como arena, grava o roca triturada usada para ser mezclado

**Análisis granulométrico:** procedimiento para determinar la granulometría de un material o la cantidad en distribución de tamaños

**Bache:** depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada

**Base:** capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una sub-base o de la sub-rasante y la capa de rodadura

**Cantera:** depósito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras

**Curado del concreto:** control de las condiciones ambientales durante el fraguado y/o endurecimiento del concreto

**Especificaciones generales:** definen las diferentes partidas a considerar en un proyecto de infraestructura vial, incluyendo aspectos como descripción de las actividades, procedimientos o métodos de construcción, recursos del personal, equipo y materiales, requisitos técnicos, control de calidad, métodos de medición y forma de pago.

**Fraguado:** proceso de mezcla de concreto para alcanzar progresivamente la resistencia de diseño

**Junta:** separación establecida entre dos partes contiguas de una obra, para permitir su expansión o retracción por causa de temperaturas ambientales

**Rasante:** nivel terminado de la superficie de rodadura

**Talud:** inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera tanto en zonas de corte como en terraplenes.

## INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial reviste una enorme importancia para el desarrollo económico de una región, por esta razón, la construcción y el mantenimiento de las carreteras son temas que requieren especial atención por parte del gobierno nacional y local. Lo anteriormente mencionado incluye a Colombia, en donde la gran parte de movilización del transporte se hace por vía terrestre, es por esto que se debe ofrecer un buen estado de la infraestructura vial para asegurar así la eficiencia en las actividades de transporte. Las vías del Departamento de Nariño en general se han visto afectadas por la ola invernal presentada en los últimos años, la cual ha ocasionado grandes estragos en las vías del Municipio de Guaitarilla, específicamente la Vía Guaitarilla – Arrayanes Túquerres. Por lo anterior, se hace necesario el desarrollo del proyecto para el Mejoramiento y Mantenimiento de la vía en mención, dado que de no ejecutarse este propósito, se ocasionaría inconvenientes en el tránsito vehicular, además de incrementos en los costos de operación, afectando así aspectos económicos, sociales y turísticos de la población, así como también su calidad de vida.

## GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

### Reseña histórica:

Lo que hoy se llama Guaitarilla, estuvo habitado antes del descubrimiento de América, por las tribus de los pastos, limitados por el río Guáitara. Quienes lo conquistaron en 1536 fueron Sebastián de Belalcazar, el capitán Francisco Hernández Girón, siendo el principal poblador de este territorio Don Alonso de Cepeda y Ahumada, luego aparecen los padres Mercedarios quienes fundaron a Guaitarilla a fines del siglo XV. Mediante ley 28 del 8 de Junio de 1846, Guaitarilla quedo comprendida dentro de la provincia de Túquerres. En 1849, la Cámara Provincial de Túquerres creó el distrito de Guaitarilla y señaló como cabecera la población del mismo nombre. Se cree que su nombre proviene del Río Guáitara, y gramaticalmente con su versión castellana equivale a “Cesta de Flores”<sup>1</sup>.

### Geografía:

El territorio tiene 124 km<sup>2</sup> de los cuales 10 km<sup>2</sup> corresponden al área urbana y el resto al sector rural. Guaitarilla está a 64 km al suroccidente de la capital del Departamento de Nariño, la mayor parte de su territorio es montañoso, donde la parte del bosque nativo ha sido destruido paulatinamente. Está constituido por estribaciones montañosas del nudo de los pastos. Las elevaciones son pequeños

---

<sup>1</sup> Alcaldía municipal de Guaitarilla. Estudios y diseño para el mejoramiento y mantenimiento de la vía Guaitarilla – Arrayanes. Estudio de hidrología, 2013. 2 p.

promontorios llamados morros y sobre sus faldas se ven parcelas con cultivos y pastizales. Está ubicado a una altura sobre el nivel del mar de 2635 m.s.n.m<sup>2</sup>.

### **Clima:**

Cuenta con tres climas predominantes dados por los pisos térmicos que se generan en la diversidad topográfica del relieve y altura. La temperatura media está entre 14 y 18 °C en el área urbana, en general sube en la temporada de verano de junio a septiembre hasta 28 °C, bajando en el invierno de octubre a mayo hasta 10 °C.<sup>3</sup>

### **Localización:**

Tiene como límites:

- Al norte: con el municipio de Ancuya.
- Al sur: con los municipios de Imués y Túquerres.
- Al oriente: con los municipios de Consacá y Yacuanquer.
- Al occidente: con los municipios de Samaniego y Providencia<sup>4</sup>.

### **Hidrografía:**

La red de drenaje del municipio está conformada por la cuenca del Río Guáitara, la cual comprende las sub cuencas del Río Guáitara, la quebrada el salto; el Río Sapuyes y el Río Papayal que a su vez dan origen a la clasificación de 15 microcuencas conformando la totalidad de la red del municipio. El área de captación con mayor número de hectáreas es la subcuenca de la quebrada el Salto, con el 68% seguido por la área de la sub cuenca del Río Guáitara con un 25,6% del área total y finalizando con las sub cuencas de los Ríos Sapuyes con 3,4%. El área total de la red de drenaje del municipio es de 12.100 Has<sup>5</sup>.

### **Demografía:**

Se tomó como base la información del Censo de Población DANE de la vigencia 2005, se cuenta con los siguientes datos: (Ver Tabla 1).

---

<sup>2</sup> Ibíd.

<sup>3</sup> Ibíd.

<sup>4</sup> Ibíd.

<sup>5</sup> Ibíd.

**Tabla 1. Resultados censo 2005 DANE.**

Viviendas, Hogares y Personas				
Área	Viviendas Censo	Hogares General	Personas 2005	Proyección Población 2010
Cabecera	947	924	3.352	4.072
Resto	2.737	2.212	9.412	8.749
Total	3.684	3.136	12.764	12.821

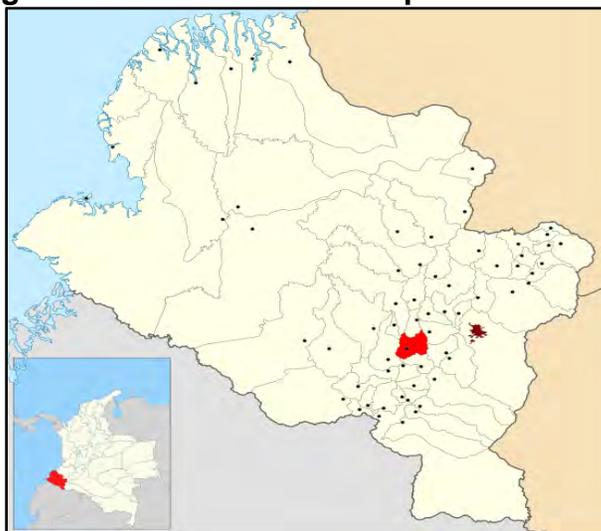
Fuente: Estudio de hidrología Contrato M.C. 065-2013 vía Guaitarilla - Arrayanes

### **Topografía:**

Presenta una topografía abrupta, debido a la tectónica, a la actividad volcánica y a la fuerte erosión del río Guaitara que forma un cañón profundo y escarpado. El relieve urbano muestra un pequeño valle, semiplano, con pequeñas laderas urbanas como las de Belén y Santa Bárbara<sup>6</sup>. (Ver imagen 1 - 2).

### **Localización del proyecto:**

**Imagen 1. Localización municipio de Guaitarilla.**

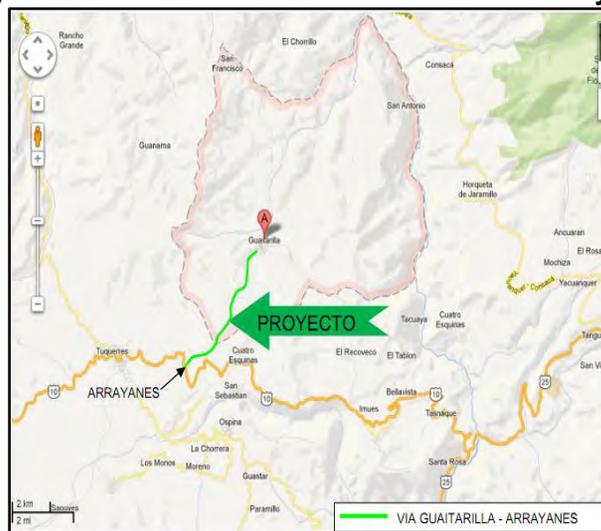


Fuente: Estudio de hidrología Contrato M.C. 065-2013 vía Guaitarilla - Arrayanes

---

<sup>6</sup> Ibíd.

## Imagen 2. Localización vía Guaitarilla – Arrayanes.



Fuente: Estudio de hidrología Contrato M.C. 065-2013 vía Guaitarilla - Arrayanes

### Descripción del estado Inicial:

El presente proyecto se localizó en la vía Guaitarilla – Arrayanes Túquerres del departamento de Nariño, inició en el barrio Belén del municipio de Guaitarilla a la altura del K0+000, hasta llegar a la vereda Arrayanes perteneciente al municipio de Túquerres a la altura del K7+947.

La vía exhibió diversos problemas; el estado de la capa de rodadura fue regular, presentó sobre tamaños de rocas en sectores con poco o ningún material de mejoramiento, ondulaciones debidas a la poca o nula cohesión del material existente, presentó fallos en la subrasante, se notó excesivo ahuellamiento a lo largo de la vía afectando la pendiente transversal, deslizamiento de taludes, aguas servidas con descole a las alcantarillas, falta de mantenimiento a través de rocería, anchos de vía inadecuados, alcantarillas colmatadas, cunetas sin trazado de acuerdo con el margen vial, bacheos con materiales de construcción, socavación ocasionada por el agua. (Ver Fotografía 1 - 8).

**Fotografía 1. Surco de erosión diagonal K4+500**



**Fotografía 2. Perdida de pendiente transversal y surco de erosión K4+600.**



**Fotografía 3. Fallos en subrasante, baches en la vía K4+785.**



**Fotografía 4. Cunetas sin trazado y cubiertas por vegetación K5+176.**



**Fotografía 5. Cunetas sin alineamiento y profundidad adecuados K5+624.**



**Fotografía 6. Bacheo utilizando escombros de construcción K5+900.**



**Fotografía 7. Presencia de aguas servidas con descole a la cuneta K6+900.**



**Fotografía 8. Sector sin pavimentación K0+100.**



En esta vía también se encontró dos sectores pavimentados, a continuación se los describe:

- Vereda Buenos Aires, en el K4+260 – K4+395 pavimentación mediante concreto flexible, no posee cunetas laterales. Al momento de la inspección la carpeta de rodadura no evidencia daños en su superficie.
- Vereda Albán, en el K6+310 – K6+480 pavimentación mediante concreto rígido. Al momento de la inspección los sumideros funcionan adecuadamente, bordillos y cunetas en buen estado, las losas no evidencian daños en su superficie ni en las juntas. (Ver Fotografía 9 - 10).

**Fotografía 9. Vereda Buenos Aires, municipio de Guaitarilla.**



**Fotografía 10. Vereda Buenos Aires, municipio de Guaitarilla.**



La vía Guaitarilla – Arrayanes, en resumen, no contaba con buenas condiciones de transitabilidad, no ofrecía comodidad y seguridad en el desplazamiento a los usuarios y fue necesario la ejecución del proyecto de mejoramiento vial.

## 1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Dentro de las actividades a realizar y como parte del cumplimiento con los objetivos específicos de la pasantía los cuales hacen referencia a la supervisión y control de las actividades desarrolladas en obra de tal forma que se realicen según las especificaciones técnicas del contrato y planos, se procedió a revisar la información contenida en los estudios y diseños de la obra Mejoramiento y Mantenimiento de la vía Guaitarilla – Arrayanes Túquerres, esta documentación fue entregada por la entidad contratante que es la Alcaldía municipal de Guaitarilla al contratista e interventoría.

### 1.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Se revisó y analizó los siguientes estudios: localización y replanteo, tránsito, diseño geométrico, hidrología, geología, geotecnia, diseño de pavimentos, presupuesto de obra.

**1.1.1 Estudio de localización y replanteo.** Se realizó con la toma de coordenadas del sitio para georreferenciar el proyecto, las coordenadas, son: en la abscisa K0+000 coordenadas ESTE 947246,131 NORTE 615870,935 COTA 2665,959 y en la abscisa K0+040 coordenadas ESTE 947273,21 NORTE 615865,84 COTA 2664,281, para esto se utilizó un GPS. Se tomaron lecturas de puntos a través del método de radiación utilizando una estación total Topcon, de esta manera se levantó el eje vial cada 10 metros y se tomaron secciones transversales cada 30 metros de cuneta a cuneta para obtener el ancho promedio de la vía, así como inventariar la existencia de obras de arte. Finalmente según la información del levantamiento topográfico la longitud del tramo vial fue de 7947,08 metros. (Ver imagen 3).

**Imagen 3. Localización y replanteo vía Guaitarilla - Arrayanes**



Fuente: Estudio de localización y replanteo Contrato M.C. 065-2013 vía Guaitarilla – Arrayanes

**1.1.2 Estudio de tránsito.** Se efectuó el conteo manual de vehículos en una estación situada en el tramo vial a pavimentar durante tres días en los cuales la circulación de vehículos es mayor debido a actividades festivas o de mercadeo en la zona, se realizó el conteo diario durante 16 horas. Se verificó la circulación de vehículos tipo liviano como automóviles, camionetas pick-up, buses intermunicipales y algunos camiones tipo C<sub>2</sub>P y en menor número vehículos comerciales como volquetas sencillas, camiones C<sub>2</sub>G y doble troques. (Ver Tabla 2).

**Tabla 2. Tránsito normal en la vía de estudio**

TPD	Autos	Buses	Camiones	Distribución Porcentual de camiones				
	%A	%B	%C	C <sub>2</sub> P	C <sub>2</sub> G	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	>C <sub>5</sub>
143	64%	4%	32%	63	28	9	0	0

Fuente: Estudio de Transito Contrato M.C. 065-2013 vía Guaitarilla - Arrayanes

Para encontrar el valor del número de ejes equivalentes se realizó la determinación del número de solicitaciones que soportara la estructura de pavimento durante el periodo de diseño el cual es de 20 años. Según lo anterior y después de realizar las proyecciones pertinentes en el estudio, se obtuvo:

$$N_{8,2} = 1,08 \times 10^6$$

Fuente: Estudio de Transito vía Guaitarilla - Arrayanes

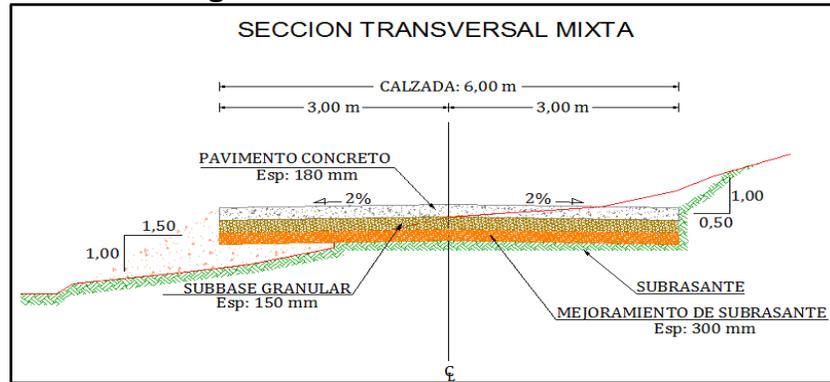
Dato de número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas en el carril de diseño y durante el periodo de diseño para el proyecto mejoramiento de la vía Guaitarilla – Arrayanes.

**1.1.3 Estudio de diseño geométrico.** En este estudio desarrollado entre las abscisas K0+000 – K0+200, para establecer el criterio de velocidad de diseño fue indispensable tener en cuenta variables como: tipo de carretera, tipología de terreno, condiciones actuales de la vía, viabilidad económica - constructiva, garantizar la seguridad y comodidad a los usuarios de la vía.

Después de analizar los criterios mencionados anteriormente y en base al Manual de Diseño Geométrico Colombiano, se determinó una velocidad de diseño 30 km/h. El ancho de calzada que depende de la categoría de la carretera, tipo de terreno y velocidad de diseño, para el proyecto de estableció en seis metros. El bombeo en el proyecto vial se asumió de 2% por tratarse de una superficie en concreto hidráulico.

En el anexo A, se incluye las carteras de cortes – rellenos, el diseño geométrico en planta obtenido para la vía en mención y algunas secciones transversales tipo. Una sección transversal típica obtenida es la que se muestra en el siguiente esquema. (Ver imagen 4).

**Imagen 4. Sección transversal mixta**



Fuente: Estudio de Levantamiento topográfico Contrato M.C. 065-2013 vía Guaitarilla – Arrayanes

En conclusión, en base al estudio, el eje de la vía se mantiene ajustándose en lo más posible al planteamiento inicial, evitando al máximo cortes en taludes.

**1.1.4 Estudio de hidrología e hidráulica.** Se realizó la obtención de caudales de agua lluvia aportantes a la vía mediante relaciones de precipitación – escorrentía, para un determinado periodo de retorno. Para identificar el estado de funcionamiento de las estructuras de drenaje del tramo vial, se realizó un inventario referenciado de las alcantarillas existentes. De estas estructuras se seleccionó 13 alcantarillas para ser demolidas y reconstruidas utilizando un diámetro de 36". (Ver Tabla 3).

**Tabla 3. Demanda de estructuras de drenaje vía Guaitarilla – Arrayanes**

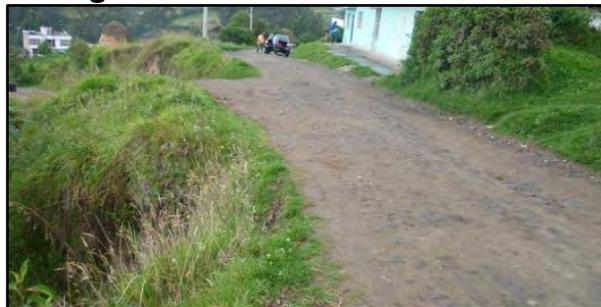
Abscisa	No Alcantarillas Requeridas
K 0+348.85	1
K 0+491.57	1
K 1+066.20	1
K 1+265.23	1
K 1+333.75	1
K 2+180	1
K 2+327.54	1
K 5+344	1
K 5+692.30	1
K 5+972.10	1
K 6+103	1
K 7+014	1
K 7+309	1
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>

Fuente: Estudio de hidrología Contrato M.C. 065-2013 vía Guaitarilla – Arrayanes

Se propuso los detalles constructivos para la ejecución de las estructuras de drenaje transversal, estos estuvieron basados en los diseños de obras de drenaje de la Secretaria de Obras Públicas del municipio de Guaitarilla, y se tuvo en cuenta aquí que las dimensiones de cabezales y cajas pueden variar de acuerdo con las condiciones geotécnicas y topográficas encontradas en cada punto. (Ver anexo B).

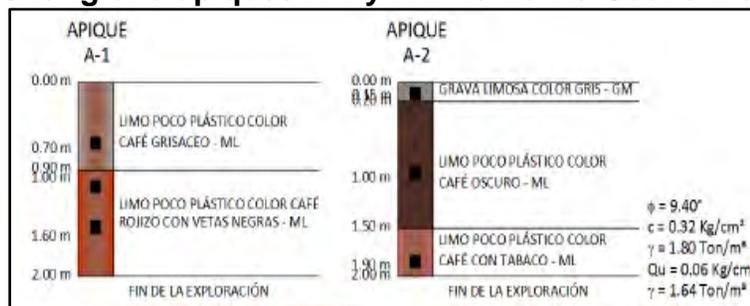
**1.1.5 Estudio de geología.** Según el estudio, la vía a intervenir presentó una topografía montañosa y escarpada, estaba geológicamente conformada por vestigios de actividades volcánicas catalogadas como avalanchas ardientes y de escombros. El sector no estuvo influenciado por fallas tectónicas que arriesgaran la ejecución del proyecto, sin embargo, se mencionó que existió inestabilidad de un talud inferior de la vía en la abscisa K7+648, lo cual generó riesgo de colapso de la banca, para controlar esta inestabilidad se hizo necesario realizar estudios geotécnicos al talud y proponer una obra de estabilización. (Ver Fotografía 11).

**Fotografía 11. Talud inestable K7+648.**



**1.1.6 Estudio de geotecnia.** En este estudio se hizo referencia al análisis geotécnico realizado sobre la vía Guaitarilla – Arrayanes en el sector en el cual se realizaría la pavimentación mediante concreto hidráulico y obtención de parámetros de diseño en el sector con un talud inestable en el margen izquierdo de la vía sobre el K7+648. (Ver imagen 5).

**Imagen 5. Estratigrafía apiques A-1 y A-2 tramo vía Guaitarilla – Arrayanes**



Fuente: Estudio de Geotecnia Contrato M.C. 065-2013 vía Guaitarilla – Arrayanes

Según la información recolectada a través de la estratigrafía observada, ensayos de laboratorio y de campo ( ver anexo C) se presentó homogeneidad del estrato en el

tramo vial K0+000 – K0+200, constituida basicamente por limos poco plásticos color café. No se encontró en las exploraciones nivel freatico. Los C.B.R ( Relacion de esfuerzo de California) deducidos del DCP (penetrómetro de cono dinámico) obtenidos en promedio y que se debió utilizar para el chequeo del diseño de pavimento sobre la vía Guaitarilla – Arrayanes, son los siguientes: (Ver Tabla 4).

**Tabla 4. Valores de C.B.R. vía Guaitarilla – Arrayanes**

Profundidad (m)	D.C.P # 1		D.C.P # 2		D.C.P # 3	
	C.B.R. (%)	CALIDAD DE LA SUBRASANTE	C.B.R. (%)	CALIDAD DE LA SUBRASANTE	C.B.R. (%)	CALIDAD DE LA SUBRASANTE
0.50	15.48	Regular	15.83	Regular	19.31	Regular
1.00	82.64	Excelente	7.81	Regular	18.95	Regular
1.50			7.81	Regular	13.97	Regular
2.00			7.81	Regular	15.51	Regular
<b>CBR PROMEDIO</b>	<b>49.1</b>	<b>Bueno</b>	<b>9.8</b>	<b>Regular</b>	<b>16.9</b>	<b>Regular</b>

Profundidad (m)	D.C.P # 4	
	C.B.R. (%)	CALIDAD DE LA SUBRASANTE
0.50	15.14	Regular
1.00	13.58	Regular
1.50	10.51	Regular
2.00	14.35	Regular
<b>CBR PROMEDIO</b>	<b>13.4</b>	<b>Regular</b>

Fuente: Estudio de Geotecnia Contrato M.C. 065-2013 vía Guaitarilla – Arrayanes

Según las conclusiones del estudio de geotecnia, se recomendó utilizar como C.B.R. representativo un valor de 10% para el diseño de la estructura de pavimento. Así mismo recomendó la construcción de estructuras de drenaje como cunetas, sumideros y alcantarillas.

Para el mejoramiento y mantenimiento del tramo vial en las abscisas K0+000 – K0+200 sector Guaitarilla, se recomendó realizar un mejoramiento de la rasante mediante el reemplazo del material en un espesor mínimo de 0.30 metros, con un material de recebo limpio y bien gradado el cual debía cumplir la granulometría mostrada en la imagen número 6 y que su índice de plasticidad estaría entre 4-9%, debidamente compactado por capas de 10 centímetros de espesor al 95% del proctor modificado.

Para el tramo vial entre las abscisas K0+200 – K7+947, se recomendó realizar perfilado de la vía conservando las pendientes longitudinales, transversales y bombeo adecuado, trazado de cunetas a lo largo de los márgenes izquierdos y derechos de la vía, remoción de materiales no aptos en la subrasante tales como escombros, material vegetal y todos aquellos elementos que afecten la estabilidad de la subrasante. Además, debido a que en el tramo vial entre las abscisas K0+200 – K7+947, existía pedraplen en general tamaño de 6 pulgadas, se sugirió utilizar esta capa para reforzar la subrasante y sobre ella conformar material de mejoramiento con un espesor de 10 centímetros.

El material que se instalaría sobre la subrasante debería cumplir la franja granulométrica de la imagen número 7, así mismo los índices de plasticidad y ser debidamente compactado. Además se debió tener en cuenta que el tamaño máximo nominal del agregado no debería exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada (Ver imagen 6 - 7).

**Imagen 6. Franjas granulométricas de material de sub-base granular-25 (Tabla 320-3 INVIAS)**

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	50.0 2"	37.5 1 1/2"	25.0 1"	12.5 1/2"	9.5 3/8"	4.75 No. 4	2.00 No. 10	0.425 No. 40	0.075 No. 200
	% PASA								
SBG-50	100	70-95	60-90	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBG-38	-	100	75-95	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %	

Fuente: Estudio de Geotecnia Contrato M.C. 065-2013 vía Guaitarilla – Arrayanes

**Imagen 7. Franjas granulométricas de material de afirmado A-38 y A-25 (Tabla 311-2 INVIAS)**

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	37.5 1 1/2"	25.0 1"	19.0 3/4"	9.5 3/8"	4.75 No. 4	2.00 No. 10	0.425 No. 40	0.075 No. 200	
	% PASA								
A-38	100	-	80-100	60-85	40-65	30-50	13-30	9-18	
A-25	-	100	90-100	65-90	45-70	35-55	15-35	10-20	
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %	

Fuente: Estudio de Geotecnia Contrato M.C. 065-2013 vía Guaitarilla – Arrayanes

En la abscisa K7+648 sector Arrayanes, según el estudio geotécnico, se recomendó la construcción de un muro de contención en concreto reforzado ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) de altura cinco metros (desplante 1 metro) cimentado de tal forma que la zarpa quedara ubicada al interior de la vía con el propósito de ganar estabilidad. Se debería utilizar como relleno material de mejoramiento con recebo limpio y bien gradado que cumpliera las especificaciones de granulometría según la imagen número siete. (Ver imagen 8).



- Placa de concreto de 18 centímetros, con módulo de rotura de 40 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días
- Sub-Base granular de 15 centímetros
- Mejoramiento de subrasante de 30 centímetros
- Longitud de losas 4 metros
- Ancho máximo 4,5 metros
- Juntas longitudinales; usar varillas corrugadas de acero con límite de fluencia de 4200 kg/cm<sup>2</sup>, diámetro 12.7mm (½”), longitud de 85 centímetros, colocadas en la mitad del espesor de la losa y separadas centro a centro 1 metro
- Juntas transversales; usar barras de acero liso con un límite de fluencia mínimo de 2800 kg/cm<sup>2</sup>, de diámetro 2.22 cm (7/8”), con longitud de 35 centímetros, separadas 30 centímetros centro a centro.
- Ancho de junta entre 6-8 milímetros
- Profundidad de la junta según la altura de la placa así:  $h/6 <p< h/4$

**1.1.8 Presupuesto de obra.** Los capítulos de mantenimiento vial, obras de drenaje, obras de contención, construcción del pavimento, señalización y control de tránsito contenían ítems los cuales se identificaron por su unidad de cobro para las actas, la cantidad a ejecutar dentro del proyecto y el precio representativo obtenido de los análisis de precios unitarios.

La cantidad de obra del presupuesto se obtuvo con base a los diseños iniciales y a través de la medición en planos. El precio de cada actividad estuvo basados según precios de la zona de trabajo fijados por la entidad contratante. Para el A.I.U se determinó un valor de 30% el cual se discriminó de la siguiente manera:

- Administración (A)      22%
- Imprevisto (I)            3%
- Utilidad (U)                5%

En la ejecución del proyecto y construcción de cada una de las obras, se tuvo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, versión 2013.

## **1.2 APOYO TÉCNICO, SUPERVISIÓN Y CONTROL EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS K0+000 – K7+947 VÍA GUAITARILLA – ARRAYANES**

En el recorrido inicial que se realizó a la vía Guaitarilla – Arrayanes, se revisaron los planos, diseños e inventario vial entregados por la entidad contratante, haciendo anotaciones en bitácora según las obras que estaban dentro del proyecto a construir. En primera instancia se revisó el abscisado de la vía coincidiendo los puntos iniciales y finales de ella según la longitud reportada en los planos, para esto se utilizó un programa de ubicación satelital denominado Google mapas.

En cuanto a las obras a realizar, se localizó el lugar a intervenir con pavimento rígido, se localizó y revisó cada alcantarilla a reconstruir según el inventario vial, se localizó el muro de contención en concreto reforzado y se revisó la estabilidad del talud y el riesgo de colapso en la zona, se reconocieron sitios críticos en los cuales la carpeta de rodadura presentaba mal estado.

Del reconocimiento inicial de la vía se realizó las siguientes observaciones:

- Debido a la excesiva vegetación a los costados de la vía fue necesaria la actividad de rocería
- La gran parte de las alcantarillas existentes en la vía, presentaron colmatación por lo cual fue necesaria la limpieza manual de cada estructura
- Según el inventario vial se deberían construir 13 alcantarillas, sin embargo, en la verificación realizada en campo conjuntamente con personal de interventoría, al chequear técnicamente cada estructura, se decidió intervenir siete alcantarillas tipo de 36”, las cuales presentaron situaciones críticas en su estructura y no ofrecían buena capacidad de drenaje. (Ver Tabla 5).

**Tabla 5. Localización de alcantarillas 36”**

Alcantarillas a construir		
Numero	Abscisa	ml tubería
3	K0+491.57	8
32	K4+785.50	7
33	K4+905.50	9
34	K5+176.40	6
41	K6+582.40	8
42	K6+746.50	7
45	K7+204.00	6

- En el estudio de geotecnia vial, no se realizó la evaluación de un sector inestable en la abscisa K0+198, el cual requería de una obra de contención. En conjunto con la entidad interventora se decidió realizar un muro de contención en concreto ciclópeo, el cual estuvo basado en las cartillas de diseño de obras de contención de la Secretaria de Obras Públicas.
- En el diseño geométrico para construcción del pavimento en concreto rígido, no se contempló la elaboración de estructuras de drenaje transversal, por lo cual se hizo necesario implementar seis (6) sumideros que se conectaron a la red de alcantarillado principal mediante tubería drenante de 8”. Estos sumideros se distribuyeron entre las abscisas K0+000 – K0+200, de la siguiente manera: (Ver Tabla 6).

**Tabla 6. Localización de sumideros**

SUMIDEROS, longitud al centro de la cámara		
ABSCISA	Long Md	Long Mi
Sumidero 1		
K0+040	9,5	
Sumidero 2		
K0+040		16
Sumidero 3		
K0+076	7,5	
Sumidero 4		
K0+076		6,5
Sumidero 5		
K0+154	13	
Sumidero 6		
K0+147		7,5

Todas las anteriores observaciones fueron aprobadas por interventoría y se justificaron por su necesidad de ejecución para el correcto funcionamiento de la obra. Estas actividades se contemplaron como obras adicionales en el proyecto y se aprobaron también por la entidad supervisora a cargo de la Gobernación de Nariño.

**1.2.1 Rocería.** Para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en el Artículo 801-07

#### **a. Descripción**

El trabajo consiste en la rocería y el desmonte manual de la vegetación localizada en las zonas laterales a la calzada, desde el borde de esta y hasta el lindero del ancho de zona o derecho de vía. También incluye las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Interventor. La vegetación deberá permanecer con una altura máxima de diez centímetros, medida desde el nivel del terreno natural. Las ramas de los árboles que se extiendan sobre la corona de la vía y que puedan obstruir la visibilidad de la señales de tránsito o afecten a los vehículos, por su altura, deberán ser cortadas o podadas para dejar un claro mínimo de seis metros, a partir de la superficie de la misma<sup>7</sup>.

#### **b. Procedimiento de trabajo**

Se organizó y verificó que el sitio de trabajo tuviera señalización adecuada, posteriormente se dotó a los trabajadores con los elementos de protección personal, y se informó acerca del uso obligatorio y adecuado de los E.P.P.

Se realizó corte de vegetación en forma manual en los taludes y espaldones adyacentes a la vía, se verificó que el trabajo se desarrollara bajo las medidas de

<sup>7</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – INVIAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras. Capítulo 8 – Mantenimiento de vías. Artículo 801-07. Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte, 2007. 1 p.

seguridad adecuadas y que se cumpla las especificaciones generales de construcción de carreteras. Se ejerció control en la actividad a través de la medición de rocería, conservación de ancho vial de mínimo seis metros, alturas de desmote adecuadas en los taludes, disposición correcta del material producto de la rocería.

Para evitar interferencias del tráfico se inspeccionó que el desmote se realizara en un margen de la vía y posteriormente en el otro margen vial, se midió las alturas de corte obteniendo en promedio lo siguiente: en el margen derecho 2.93 metros y en el margen izquierdo dos metros. La cantidad reportada en la actividad de rocería fue de 3,91 hectáreas (ha), en una longitud de 7940 metros.

Una vez la maquinaria estuvo en obra se comprobó el correcto funcionamiento de los equipos: 1 retro cargador Caterpillar, 1 volqueta doble troque, 1 volqueta sencilla estos se utilizaron para cargar y desalojar el material de desmote el cual se dispuso en un botadero ubicado a 8 km del K0+000 del proyecto. (Ver Fotografía 12- 14).

**Fotografía 12. Entrega de E.P.P. Instalación valla informativa del proyecto.**



**Fotografía 13. Ejecución de Rocería K1+360. Señalización vial K5+330.**



**Fotografía 14. Desmante K3+990 y cargue de material de desmante K1+360.**



Posteriormente en obra, se realizaron actividades de limpieza de alcantarillas.

**1.2.2 Limpieza a mano de alcantarillas de tubo de 600 o 900 mm.** Para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en el Artículo 801-07

#### **a. Descripción**

Comprende los trabajos de limpieza de alcantarillas de tubo de diámetro de seiscientos o novecientos milímetros (600 o 900 mm), incluyendo sus estructuras de entrada y salida como cajas de entrada, cabezales, aletas y soleras. Las labores incluyen el retiro de basuras, vegetación, escombros y sedimentos acumulados, los cuales deberán ser removidos hasta dejar la obra totalmente libre de elementos que obstruyan su adecuado funcionamiento. Todos los desechos producto de la limpieza se cargarán y transportarán hasta los sitios de botadero indicados en los documentos del proyecto o autorizados por el Interventor<sup>8</sup>.

#### **b. Procedimiento de trabajo**

Se organizó al personal y se señaló la zona de trabajo, se establecieron cinco cuadrillas integradas con dos personas cada una, que realizaron enumeración de cada alcantarilla a intervenir, marcando con pintura reflectiva según el conteo del inventario vial actualizado, posteriormente se inspeccionó la capacidad de drenaje de las estructuras encontrando algunas completamente colmatadas.

Se realizó limpieza en la salida, entrada y conducto de cada estructura; mediante la remoción de sedimentos y vegetación. Se verificó que los residuos internos de las alcantarillas se dispusieran a un costado de la vía sin afectar el tránsito existente y posteriormente fueron trasladados hacia un botadero en el K8+000.

---

<sup>8</sup> Ibíd., p. 2.

Una vez que las 51 estructuras de drenaje estuvieron libres de sedimentos se verificó y chequeó su condición estructural, se encontró que siete alcantarillas presentaban problemas de capacidad de drenaje por sus reducidas dimensiones, inestabilidad en las aletas, grietas pronunciadas, estancamiento de agua por no poseer línea de flujo adecuada al descole y tubería de conducción en mal estado. (Ver Fotografía 15- 16).

**Fotografía 15. Limpieza de estructura de salida alcantarilla K5+344.**



**Fotografía 16. Chequeo interno de tubería K5+511. Desalojo de material de limpieza de alcantarilla K2+180.**



**1.2.3 Mejoramiento de subrasante con material de adición.** Para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los Artículos 300-13, 311-13, 900-13

Previo al inicio de la actividad de extensión de material de mejoramiento en la vía Guaitarilla – Arrayanes, se dio localización a la mina de la cual se extrajo el material de afirmado. En las cercanías al municipio la única cantera que cumplió los requisitos legales fue la cantera Divino Niño.

La mina denominada Divino Niño está localizada a 11 kilómetros del municipio de Guaitarilla, está conformada por tobas ligeramente cementadas con sílice. La mina presenta afloramiento rocoso, pendientes en la superficie inicial entre 0 y 7%, el

material existente posee textura franco arenoso, suelos profundos, buena retención de humedad. La ubicación está en pie de laderas de montaña en colinas y abanicos coalescentes, respecto al clima es de características frío y húmedo<sup>9</sup>.

La forma de extracción del material es a través de maquinaria, debido a que es de origen rocoso proveniente de peña este debe seleccionarse una vez extraído, siendo útil el producto para trabajarlo como sub-base, base, mezcla granular, rajón. La producción media de material es de 150 m<sup>3</sup>/día. Actualmente cuenta con licencias de explotación otorgadas por Minercol y Corponariño, la capacidad de la fuente es de 120.000 m<sup>3</sup> aproximadamente<sup>10</sup>.

En la mina Divino Niño estuvieron encargadas de la explotación y cargue de material dos Excavadoras; EL200B y E110B, las cuales se caracterizaron por lo siguiente:

- Excavadora EL200B: encargada de la explotación del material, máquina fabricada por Caterpillar, con una potencia efectiva 120 HP, altura máxima de corte 9.45 metros, profundidad máxima de excavación 6.71 metros y capacidad máxima de cargue del cucharón 1.1 m<sup>3</sup>.
- Excavadora E110B: encargada del cargue de material, máquina fabricada por Caterpillar, con una potencia efectiva 80 HP, altura máxima de corte 7.8 metros, profundidad máxima de excavación 4.75 metros y capacidad máxima de cargue del cucharón 0.5 m<sup>3</sup>.

En la mina debido a la fuerte consolidación del material, la explotación se debió realizar 20 días antes del inicio de la obra de mejoramiento vial, se controló que el producto extraído se acopiara y se pasara por un tamiz el cual retenía partículas superiores a 1 ½”, los sobre tamaños se los retiró también a través de selección manual en el depósito de material.

Para evitar saturación del material se cubrió con lonas plásticas en su totalidad y se suspendieron las actividades de acarreo de material si las condiciones climáticas en obra no permitían extenderlo. Para el transporte del material se utilizaron 9 volquetas de eje sencillo, con capacidad de cargue en el volco de 6 m<sup>3</sup>. La distancia de acarreo desde la cantera a la obra fue de siete kilómetros, considerando tres kilómetros desde la cantera hasta el final del proyecto y cuatro kilómetros ya que es la distancia media de recorrido en la vía a mejorar (Ver Fotografía 17).

---

<sup>9</sup> Alcaldía de Cumbal. Estudios y Diseños vía Cumbal – Panam. Registro de fuentes de materiales. 2013, 4 p. Disponible en: <http://www.narino.gov.co/index.php/contratacion-publica>

<sup>10</sup> Ibíd., p. 5.

**Fotografía 17. Veta para explotar recebo. Tamizado de material.**



El material extraído de la mina Divino Niño, presentó buenas características físico – mecánicas y se verificó mediante ensayos de laboratorio como: análisis granulométrico, límites de Atterberg y de humedad. Según los resultados el material se ajustó a la curva inferior de las especificaciones invias para material de afirmado, dando cumplimiento a las especificaciones generales de construcción de carreteras. Estos resultados fueron revisados y aprobados por interventoría y la entidad supervisora del proyecto (Ver anexo E.) (Ver Fotografía 18).

**Fotografía 18. Selección de sobre tamaños. Material apto como afirmado.**



Posteriormente, se realizó las siguientes actividades: conformación de calzada, acopio de material en la vía, extensión, compactación y humedecimiento.

#### **a. Descripción mejoramiento de subrasante con material de afirmado**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada o sobre un afirmado existente, de acuerdo con la presente especificación, los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – INVIAS. Especificaciones generales de construcción de

## **b. Conformación de la calzada existente**

Para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los Artículos 310-13

## **c. Descripción**

Este trabajo consiste en la escarificación, la conformación, renivelación y compactación del afirmado existente, con o sin adición de material de afirmado o de sub-base granular; así como la conformación o reconstrucción de cunetas<sup>12</sup>.

## **d. Procedimiento de trabajo**

Como se mencionó anteriormente, la capa de rodadura existente en la vía Guaitarilla – Arrayanes presentaba material tipo empedrado, por lo cual la escarificación con maquinaria no fue adecuada técnicamente realizarla. Se procedió a perfilar la vía, compactarla y realizar el trazado de cunetas de la siguiente manera.

En primera instancia se procedió a verificar el estado del equipo en obra:

- Vibro compactador marca Dinapac, equipado con motor perkins, doble transmisión, peso operativo de 8 toneladas, cabina abierta modelo 1996
- Motoniveladora marca Champion, equipada con motor diésel turbo, equipo en tándem modelo 710
- Tanque irrigador marca Chevrolet, montado en una volqueta de eje sencillo, con capacidad de 6800 litros, equipado con motobomba y flauta irrigadora

Se inspeccionó junto con interventoría que la motoniveladora escarifara la vía de tal forma que no afectara el empedrado, perfilando en una altura de 1-3 centímetros. En el desarrollo de esta actividad se verificó que se establecieran las pendientes longitudinales, transversales y peraltes en las curvas para la circulación vehicular, se inspeccionó que se corrigieran irregularidades en la subrasante tales como surcos, baches, ondulaciones y montículos.

Con la perfilación vial, algunas rocas de tamaños entre 4–6 pulgadas se removieron del empedrado de la vía, sin embargo, se dispuso personal para que las reacomodaran manualmente y posteriormente se compactaran con el vibro compactador. El material escarificado y que a juicio del interventor no fue apto en la subrasante se desalojó y transportó hacia el botadero ubicado en el K8+000 del proyecto vial.

---

carreteras. Capítulo 3 – Afirmado. Artículo 311-13. Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte, 2013.

<sup>12</sup> Ibíd.

Se inspeccionó que las cunetas construidas en terreno natural a cada lado de la vía, se perfilaran en cortes de fondo plano utilizando la motoniveladora y limpiaran los desechos depositados en ellas, posteriormente se verificó su conformación de tal manera que se conservara la pendiente uniforme con respecto a la de la vía para así facilitar la escorrentía de agua lluvia proveniente de taludes, fuentes de agua y laderas adyacentes hacia las alcantarillas (Ver Fotografía 19 - 20).

**Fotografía 19. Escarificación de vía K5+600, trazado de cunetas K2+066.**



**Fotografía 20. Cargue de material de limpieza de cunetas K1+960.**



#### **d. Extensión, hidratación y compactación de afirmado**

Después de finalizar la conformación de la subrasante se extendió el material de afirmado sobre la vía Guaitarilla – Arrayanes. Se procedió de la siguiente manera: Se ubicó personal encargado de la señalización vial; dotados con radio de comunicación, señales pare – siga, avisos informativos y preventivos de la actividad a realizar.

Definida la longitud de intervención con material de afirmado, se midió los anchos de la calzada cada veinte metros, obteniendo un promedio de 6.4 metros, incluido el ancho de las cunetas laterales. Luego se acordonó material en la vía con la ayuda de nueve volquetas cargadas con  $6\text{m}^3$  cada una, respetando la distribución de cada viaje en la vía según la información analizada previamente e indicada en la tabla 7.

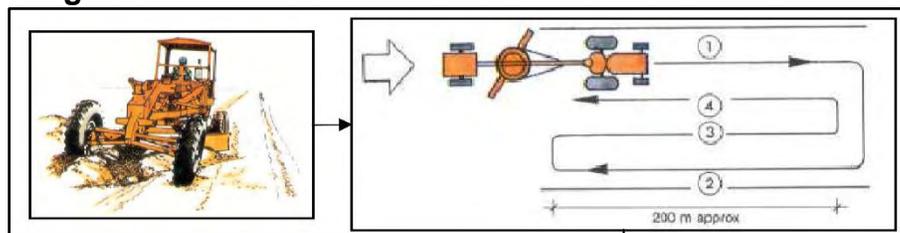
En obra fueron la motoniveladora, el vibro compactador y el carro tanque irrigador los encargados de realizar la extensión, irrigación y compactación del material transportado. (Ver Tabla 7).

**Tabla 7. Distribución de material de afirmado vía Guaitarilla – Arrayanes**

Kilometros	Ancho Prom Vía	Ancho util vía	longitud vía	m <sup>3</sup> suelos	viajes/6m <sup>3</sup>	dist x viaje 6m <sup>3</sup>
desde 0-1	6,3707	5,9707	800,0000	620,96	103,49	7,730
desde 1-2	6,6504	6,2504	1000,0000	812,55	135,43	7,384
desde 2-3	6,6320	6,2320	1000,0000	810,16	135,03	7,406
desde 3-4	6,7060	6,3060	1000,0000	819,78	136,63	7,319
desde 4-5	6,5975	6,1975	865,0000	696,91	116,15	7,447
desde 5-6	6,4208	6,0208	1000,0000	782,70	130,45	7,666
desde 6-7	6,2323	5,8323	831,0000	630,06	105,01	7,913
desde 7-8	5,6385	5,2385	954	649,68	108,28	8,810

Se verificó la extensión del material de afirmado realizada por la motoniveladora, esta realizó la secuencia de movimiento con la cuchilla mostrada en la imagen 10. (Ver imagen 10).

**Imagen 10. Secuencia de conformación con motoniveladora**



Fuente: Manual andino para la construcción de empedrados OIT

La motoniveladora extendió el material desde el centro de la calzada hacia el lado izquierdo y luego al derecho, utilizando el tornamesa y la hoja vertedera en diferentes posiciones según se requirió para el desplazamiento y mezclado del material. El estado del material se revisó según su homogeneidad de tal manera que si este requisito humedecimiento se procedió a irrigar con el carro tanque y si por el contrario el material estaba saturado, se aireaba y luego se extendía.

La irrigación del material cuando fue necesaria, se realizó a través de la flauta del carro tanque, la cual tenía perforaciones que permitían el paso del agua, el tanque estaba provisto con un depósito de agua con capacidad de 6800 litros. La función de este equipo fue suministrar agua al material para que este pudiera alcanzar la humedad óptima de compactación. En cualquiera de las condiciones anteriormente mencionadas el material se moldeó y se niveló, siempre conservando la pendiente longitudinal y transversal adecuada (2–3%). Se inspeccionó en obra, que en el proceso de extensión del material se lograra una mezcla y homogenización tal, que se estableciera equilibrio entre los finos y los demás agregados.

Una vez extendido y conformado el material se utilizó un vibro compactador de 8 toneladas, el cual poseía un cilindro liso que compactó el material desde las líneas laterales de la vía hacia el centro y en las curvas con peralte se compactó desde el borde inferior al superior. Se ubicaron además dos ayudantes de obra, los cuales seleccionaron sobre tamaños en el material que se extendió, corrigieron errores de compactación o los denominados fallos, realizaron pequeños bacheos y desalojaron material de afirmado de las cunetas.

En general, se efectuaron cuatro pasadas con el vibro compactador en cada franja lateral o central de la vía en las cuales el material estuviera correctamente conformado. El espesor de la capa de afirmado fue de 10 centímetros la cual se verificó en campo a través de chequeo de niveles ejecutados por la interventoría. (Ver anexo F). (Ver Fotografía 21 - 24).

**Fotografía 21. Distribución y extensión de material de afirmado K0+600.**



**Fotografía 22. Extensión de afirmado K2+500. Irrigación en afirmado K1+200.**



**Fotografía 23. Irrigación y compactación de afirmado K1+600.**



**Fotografía 24. Compactación de afirmado, corrección de baches K6+200.**



**1.2.4 Pavimentación en concreto hidráulico K0+000 – K0+200.** Para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los artículos 300-13, 310-13, 320-13, 330-13, 500-13, 900-13

#### **a. Descripción**

Este trabajo se refiere a la construcción de un pavimento de concreto hidráulico con juntas; y consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico en forma de losas, como capa de rodadura de la estructura de un pavimento rígido, con o sin refuerzo; la ejecución y el sellado de juntas; el acabado; el curado y las demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento de concreto hidráulico, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto o ajustados por el Interventor<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – INVIAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras. Capítulo 5 – Pavimentos de concreto hidráulico. Artículo 500-13. Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte, 2013. 3 p.

## b. Procedimiento de trabajo

Para la pavimentación del tramo vial K0+000 – K0+200, se realizaron varias etapas: señalización de la zona, verificación del corte de la subrasante existente y conformación, inspección al mejoramiento de la subrasante y extensión de una capa adicional de material denominado base granular. Posteriormente se inspeccionó la construcción de estructuras de drenaje (sumideros), una vez finalizada esta actividad, se programó el acopio de materiales para la pavimentación del sector.

**Excavación de la explanación:** para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los Artículos 210-13, 900-13

- **Descripción.** Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de disposición o desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, canales y prestamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Interventor. Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal o descapote y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes<sup>14</sup>.
- **Procedimiento de trabajo.** Se señaló la vía y se revisaron los equipos, se inspeccionó el replanteo del sector ubicando el eje vial y el establecimiento de chaflanes para delimitar cotas de cortes y rellenos, anchos de la vía contemplada en el proyecto. Se inspeccionó el corte de subrasante según las carteras topográficas, en una longitud de 200 metros lineales y lecturas de nivelación cada 10 metros, realizado con la motoniveladora la cual ejecutó alturas de corte progresivos con la hoja vertedera, según los chequeos proporcionados por la comisión de topografía. El material removido en el corte de subrasante, se desalojó y se dispuso en el botadero ubicado en el K8+000. Al culminar la actividad, se tomaron lecturas para verificar el ancho, alto y la longitud de corte ejecutada. (Ver anexo G).

**Conformación de la calzada existente:** para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los Artículos 310-13.

- **Descripción.** Este trabajo consiste en la escarificación, la conformación, renivelación y compactación del afirmado existente, con o sin adición de material de afirmado o de sub-base granular; así como la conformación o reconstrucción de cunetas<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – INVIAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras. Capítulo 2 – Explanaciones. Artículo 210-13. Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte, 2013. 37 p.

- **Procedimiento de trabajo.** Cuando se finalizó el corte de la subrasante se desalojó todo el material excavado y se realizó la nivelación y conformación según las cotas indicadas por las carteras de diseño, se procedió a irrigar la subrasante y a realizar la compactación con el vibro compactador, de tal forma que se alcanzó una densidad especificada del 95% del ensayo proctor modificado para el material. Se tuvo en cuenta el establecimiento de las pendientes longitudinales y transversales adecuadas según las carteras topográficas (2-3%) y el chequeo de la renivelación de la subrasante cada 10 metros. (Ver anexo G) (Ver Fotografía 25).

**Fotografía 25. Excavación de la explanación K0+010, conformación de sub rasante K0+080**



**Sub base granular:** para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los Artículos 320-13.

- **Descripción.** Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de sub-base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor.

Para los efectos de estas especificaciones, se denomina sub base granular a la capa granular localizada entre la subrasante y la base granular o estabilizada, en todo tipo de pavimento, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización<sup>16</sup>.

- **Procedimiento de trabajo.** La sub-base fue una capa de material seleccionado, sirvió como refuerzo estructural a la sub rasante y la protegió del deterioro,

<sup>15</sup> Ibíd.

<sup>16</sup> Ibíd.

mejorando las condiciones de drenaje de la base e impidiendo que esta sea afectada por plasticidad y cambios volumétricos de la subrasante. Además economizando el costo en la utilización de un espesor mayor de base.

En primera instancia se examinó la señalización vial en el sector y se instaló avisos preventivos, se revisaron los equipos y se dispuso personal encargado de la selección de posibles sobre tamaños en el material, corrección de errores de compactación, realización de pequeños bacheos y desalojo de material de sub-base de los sardineles. El material de sub-base fue extraído de la cantera Divino Niño y cumplió con las especificaciones técnicas de construcción de carreteras del INVIAS (Ver anexo E.), fueron transportados y acordonados progresivamente 30 viajes de 6m<sup>3</sup> cada uno en el tramo vial utilizando 5 volquetas de eje sencillo, con una distancia de acarreo de 11 kilómetros.

El material de sub-base transportado a la obra, presentó estado seco debido al incesante verano, por lo cual fue necesario irrigarlo y extenderlo sucesivamente con la hoja vertedera de la motoniveladora en todo el ancho de la vía, en un espesor uniforme de 10 centímetros, en una sola capa y con distribución granulométrica uniforme. Para alcanzar los niveles de sub-base especificados en el diseño se procedió a cerear el material, que consistió en chequear consecutivamente los niveles del material cada 10 metros longitudinalmente y revisión de 3 puntos transversales; 2 puntos en los bordes laterales y 1 punto en el eje de la vía. Se estableció de esta manera peraltes, pendientes longitudinales y transversales adecuadas.

Para el proceso de compactación, se verificó el estado óptimo de humedad del material y se procedió a compactar longitudinalmente con el vibro compactador en toda la vía, en las zonas sin peralte se trabajó desde el borde exterior al interior y en las zonas peraltadas (curvas) desde el borde inferior hacia el borde superior según corresponda. (Ver anexo G) (Ver Fotografía 26).

**Fotografía 26. Extensión y compactación de sub-base K0+080.**



**Base granular:** para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los Artículos 330-13.

- **Descripción.** Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor<sup>17</sup>.
- **Procedimiento de trabajo.** Esta capa de material seleccionado y gradado absorbió los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y repartió uniformemente estos esfuerzos a la sub-base y al terreno de fundación.

El proceso de extensión, irrigación y compactación, de la base se realizó de manera similar al de la sub-base, la diferencia radicó en la calidad de material extraído de la cantera Divino Niño el cual cumplió las especificaciones técnicas de construcción de carreteras del INVIAS (Ver anexo E), también en la cantidad de material transportado el cual fue 56 viajes de 6 m<sup>3</sup> cada uno y los chequeos realizados que consistieron en verificar consecutivamente los niveles del material cada diez metros longitudinalmente y revisión de cinco puntos transversales; dos puntos en los bordes laterales un punto en cada ½ de los carriles y un punto en el eje de la vía. (Ver anexo G)

Se establecieron además los ensayos de densidad para determinar el grado de compactación adquirido, estas pruebas se realizaron según el lote recibido a satisfacción por la interventoría y en base a las especificaciones de construcción de carreteras del invias. (Ver anexo H) (Ver Fotografía 27).

**Fotografía 27. Extensión y compactación de base K0+040.**



<sup>17</sup> Ibíd.

### Construcción de sumideros y realce de pozos de inspección:

- **Sumideros.** Para la ejecución de esta actividad se basó en las normas RAS 2000, específicamente en lo descrito en el título D capítulo 6 artículo 6.5 y las normas INVIAS artículos 600 y 610.
- **Descripción.** Fueron estructuras para la captación de la escorrentía superficial, que se diseñaron en forma lateral o transversal al sentido del flujo, y se localizaron en las vías vehiculares o peatonales del proyecto.
- **Procedimiento de trabajo.** Se localizó la estructura y se realizó la excavación de la poceta según las medidas indicadas en los planos de diseño entregados por la interventoría (Ver anexo I), así mismo se realizó la excavación para la instalación de la tubería de drenaje de 8". Se instaló la tubería de conexión entre la poceta de entrada y la cámara de inspección hacia la cual la estructura drenó.

Posteriormente, se ejecutó un solado en concreto de 2000 psi y se verificó que la construcción de las paredes se realizara en mampostería con recubrimiento afinado de mortero 1:3. A continuación se efectuó la fundición de la tapa de la poceta en concreto reforzado y la rejilla del sumidero en hierro, la cual se instaló y se recubrió en concreto simple los bordes laterales. (Ver Fotografía 28).

**Fotografía 28. Construcción de sumideros K0+000 – K0+200.**



- **Realce de pozos de inspección.** Para la ejecución de esta actividad se basó en las normas RAS 2000, específicamente en lo descrito en el título D capítulo 6 artículo 6.3
- **Descripción.** Los pozos de inspección permitieron la unión entre las unidades de conexión y el sistema de drenaje de alcantarillado. Debido a la construcción del pavimento se debieron corregir los niveles de altura de todos los pozos existentes en la vía, por lo cual se realizó la demolición y posterior realce en mampostería.

- **Procedimiento de trabajo.** Se verificó el nivel del borde de los pozos con respecto al nivel superior del pavimento a construir y según la altura necesaria se reconstruyó el cono interior utilizando mampostería. Se procedió luego a elaborar las tapas en concreto reforzado de cada pozo de inspección montadas sobre el contra aro.

Previo a la pavimentación se realizó parrillas en acero de 3/8” para utilizarlas como refuerzo superior de los pozos y ante las solicitudes de la junta de aislamiento con respecto al pavimento en ellas se instalaron los aros. Finalmente, se instaló las tapas en cada pozo de inspección (Ver Fotografía 29).

**Fotografía 29. Realce de pozos de inspección K0+000 – K0+200.**



Una vez se finalizó la construcción de los sumideros y el realce de los pozos de inspección, se construyó el pavimento en concreto hidráulico. Este proceso se realizó con la inclusión de las actividades mencionadas a continuación:

- Instalación de formaletas
- Instalación de pasadores de transferencia de carga
- Materiales para la mezcla de concreto
- Dosificación de la mezcla
- Mezclado de los materiales
- Transporte del concreto
- Vibrado del concreto
- Texturizado de la superficie
- Curado del concreto
- Corte de juntas
- Sellado de las juntas
- Construcción de bordillos
- Ensayos de control al concreto

Antes del inicio de la pavimentación en concreto hidráulico del sector K0+000 – K0+200, se instaló la señalización informativa o preventiva, se otorgó los respectivos elementos de protección personal (E.P.P) a los ayudantes de obra, se inspeccionó cada uno de los equipos y se programó el ingreso de todos los materiales a utilizar, así como el adecuado almacenamiento para evitar contaminación y deterioro en los mismos

**Instalación de formaletas:** se verificó el ancho de la calzada dimensionando el ancho útil para el pavimento y según la longitud se hizo la repartición de la madera para formaleta, la cual debía tener una altura igual a la capa de pavimento a construir que fue de 20 centímetros. La longitud útil de la madera que se empleo fue de 2 metros y se reforzó lateralmente mediante cuñetes para evitar deformaciones longitudinales. Se inspeccionó en campo la instalación de la formaleta según las cotas y pendientes de la capa de base, mediante el chequeo de niveles.

Una vez la formaleta se instaló, se perforó de acuerdo a la ubicación de las juntas longitudinales, se verificó que la parte interna de la formaleta que estaría en contacto con el concreto se limpiara e impregnara de aceite para facilitar el desencofrado.

Para establecer la conexión entre el pavimento existente y el nuevo pavimento se realizó una junta de expansión con un dentellón de 30 centímetros de altura en la base inferior, como refuerzo ante variaciones longitudinales de las placas.

**Instalación de pasadores de transferencia de carga:** se verificó la disposición de las juntas longitudinales en los orificios laterales realizados en la formaleta, las juntas transversales se dispusieron cada 4 metros longitudinalmente. Antes de la instalación de las juntas se revisó su estado físico y se limpió para mejorar la adherencia entre estas y el concreto.

- **Juntas longitudinales:** cuya función fue controlar el alabeo en las placas, se colocaron en la mitad del espesor de la losa y se realizaron con varillas corrugadas de acero con límite de fluencia de 4200 kg/cm<sup>2</sup>, diámetro 12.7mm (1/2”), longitud de 85 centímetros y separadas 1 metro centro a centro.
- **Juntas transversales:** cuya función fue permitir la contracción en las placas, se dispusieron en una canastilla, para estas se utilizaron barras de acero liso con un límite de fluencia de 3000 kg/cm<sup>2</sup>, diámetro 2.22 cm (7/8”), longitud de 35 centímetros, separadas 30 centímetros centro a centro. Estas se engrasaron hasta la mitad más dos centímetros y se instalaron en la mitad del espesor de la losa, montadas sobre la canastilla auxiliar elaborada con acero de 1/8”. Se inspeccionó la correcta alineación vertical y horizontal de las juntas transversales para evitar posteriores daños en la placa.

- **Juntas transversales de construcción:** se utilizó en los fines de la jornada de fundición, empleando barras de acero liso redondo con un soporte y una formaleta con agujeros por los cuales se introdujo las barras perfectamente alineadas verticalmente y horizontalmente según los diseños. (Ver Fotografía 30).

**Fotografía 30. Instalación de formaleta y pasadores de transferencia de carga K0+000 – K0+200.**



**Materiales para la mezcla de concreto:** se utilizó los siguientes materiales para la elaboración de la mezcla de concreto empleada en la construcción del pavimento en concreto hidráulico.

- **Cemento.** Se utilizó cemento portland tipo I que cumplió las normas ASTM C150, se supervisó que el almacenamiento se realizara en una bodega cubierta para evitar la intemperie. Los sacos se dispusieron sobre una tarima de madera y se cubrieron con un plástico, evitando la humedad del suelo y de las paredes. Se verificó en general, los aspectos relacionados con el suministro y su pronto despacho, cargue, descargue y transporte.
- **Agua de mezclado.** Se empleó el agua suministrada por el acueducto municipal de Guaitarilla, la cual fue aprobada por la interventoría, esta se mantuvo limpia, libre de impurezas contaminantes y con suministro continuo durante el uso en la mezcla del concreto.
- **Agregado grueso.** Se utilizó material pétreo extraído de la trituración mecánica de la cantera de Agresur en Pilcuan, el cual cumplió con las especificaciones de diseño de mezcla para el concreto por tamaño máximo y estuvo dentro del rango de los límites en la granulometría. En campo se verificó el triturado como una roca dura, limpia, duradera, uniforme, resistente y libre de materia orgánica contaminante.
- **Agregado fino.** Se utilizó arena color crema claro pasante del tamiz No 4, procedente de las canteras del Espino, se verificó que el material fuera uniforme,

limpio, denso, libre de lodos y materia orgánica o vegetal, interventoría aprobó la utilización de este en la dosificación de la mezcla de concreto.

**Dosificación de la mezcla de concreto 3500 psi:** según el diseño de mezcla se utilizó una proporción de materiales 1:2:2 para alcanzar una resistencia de 3500 psi, siendo dosificada así: 1 bulto de cemento de 50 kg, 4 cuñetes de 0,02 m<sup>3</sup> de arena, 4 cuñetes de 0,02 m<sup>3</sup> de triturado y 25 – 30 litros de agua, los cuñetes de construcción a utilizar tenían una capacidad de 5 galones U.S. o 18,93 litros (0,01893 m<sup>3</sup>). Se inspeccionó la correcta dosificación de cemento, arena y triturado en la mezcladora y el suministro de agua para comenzar la rotación, el tiempo de mezclado se manejó en promedio 2,15 minutos. Previo al inicio de vaciado del concreto, en obra se realizaron ensayos slump para controlar la consistencia y manejabilidad de la mezcla.

**Mezcla de concreto 3500 psi:** en primera instancia se procedió a revisar el equipo de mezcla; se limpiaron las espas, se engrasaron los engranajes, se verificó que el tambor de mezcla no presentara fugas. Se realizó el mezclado en una revolvedora de capacidad para 1 bulto, se inspeccionó el correcto suministro de materiales en el siguiente orden: agua, arena, triturado, cemento y acelerante mientras la revolvedora se mantuvo en movimiento. Se controló la calidad del concreto mezclado, de tal forma que se obtuvo un producto manejable y que no presentó exudación o segregación. (Ver Fotografía 31).

**Fotografía 31. Materiales para mezcla y dosificación K0+000 – K0+200.**



**Transporte del concreto:** antes de realizar el vaciado del concreto, se inspeccionó que la capa de base del pavimento tuviera una pequeña hidratación para evitar que el suelo absorbiera el contenido de agua de la mezcla. Se limpió los elementos transportadores de la mezcla para evitar contaminación. Además se revisó la correcta disposición de las juntas transversales y la realización del corte del elemento rigidizador de la canastilla que soportó las juntas.

Posteriormente, el concreto desde la mezcladora se vació y se transportó en carretones, se inspeccionó el vaciado a una altura adecuada para evitar

segregación de los materiales, el tiempo desde el inicio de la mezcla hasta la disposición final del material en promedio fue de seis minutos. El extendido del concreto se realizó transversalmente y de manera homogénea en todo el ancho del carril. (Ver Fotografía 32).

**Fotografía 32. Transporte y vibrado del concreto K0+000 – K0+200.**



**Ensayos al concreto:** en la construcción del pavimento se tomó muestras de cilindros y vigas, los cuales se enumeraron según la fecha de elaboración, estos especímenes siguieron el cumplimiento de la norma INV E-410-13 e INV E-414-13, además de la norma INV E-420-13. (Ver anexo J).

- **Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.** La norma INV E-410-13 determinó la resistencia alcanzada por un cilindro de concreto bajo unas condiciones de carga controladas, el desarrollo de este ensayo permitió determinar la calidad de la mezcla y dosificación del concreto elaborado, a través de la rotura de unos cilindros de especificadas dimensiones y proceso de elaboración.

La resistencia última del cilindro se determinó según la carga aplicada antes de la falla generada, en obra se tomó 14 muestras para someterlas al proceso de análisis, estas permanecieron en condiciones saturadas y se fallaron a los 28-49 días de elaborados.

- **Resistencia a la flexión del concreto usando una viga simplemente apoyada y cargada en los tercios de la luz libre.** En este ensayo se determinó el grado de resistencia a la flexión de vigas realizadas con la dosificación de la mezcla utilizada para la construcción del pavimento, la viga cumplió unas determinaciones propias de materiales, elaboración, humedad. Se aplicó una carga que uniformemente se ejerció en el tercio medio de la viga, la cual estuvo soportada por unos rodillos lisos. El módulo de rotura de la viga se calculó según la ubicación de la falla.

- **Asentamiento del concreto de cemento hidráulico (SLUMP).** Consistió en determinar el asentamiento del concreto hidráulico, el procedimiento en general se realizó utilizando un molde de características propias denominado como de Abraham, una varilla lisa redonda, una muestra de concreto in situ. Para realizar el ensayo se verificó el estado del molde y se humedeció, disponiéndolo en una superficie horizontal libre de vibraciones y de suficiente rigidez. Luego, mientras se sostuvo con los pies apoyados en los estribos del molde se suministró con un cucharón una muestra de material de concreto fresco que no tuviera agregado grueso mayor de 1 ½”, en 3 capas cada una de las cuales ocupó un volumen aproximado a 1/3 del volumen del molde, en cada capa se apisonó con una varilla lisa redonda distribuyendo los golpes en toda la sección transversal.

El apisonamiento de las capas se realizó así: la capa inferior recibió los golpes en todo el espesor, mientras que en la capa intermedia y la superior se permitió que la varilla penetrara una pulgada en la capa inmediatamente inferior. Posteriormente, en la capa superior se enrasó con respecto al borde del molde y se retiró lentamente el molde hacia arriba. Se midió el asentamiento en pulgadas del concreto a través de la lectura de diferencia de niveles entre el molde dispuesto en sentido contrario verticalmente y el centro de la muestra.

En este ensayo se ejerció control en la relación del agua – cemento, debido que a medida que esta aumentaba, también aumentaba la porosidad de la pasta cementante lo que significaría una disminución de las resistencias a compresión y a flexión. En obra, se realizó el control al desarrollo y lectura de resultados de este ensayo, en general, el concreto cumplió el rango de asentamiento entre 2-4 pulgadas. (Ver Fotografía 33 - 34).

**Fotografía 33. Ensayos de slump al concreto K0+000 – K0+200.**



**Fotografía 34. Toma de muestras de cilindros y vigas K0+000 – K0+200.**



**Vibrado del concreto:** se inspeccionó que se realizara la vibración interna verticalmente, con un vibrador de inmersión de aguja en lapsos cortos de tiempo, para desalojar burbujas de vacío en el interior de la mezcla de concreto y mejorar su resistencia interna a la compresión, se tuvo especial cuidado en no ubicar el vibrador cerca de las juntas porque generaría una postura incorrecta de las barras que ocasionaría grietas en la junta.

Posteriormente, se empleó la regla vibratoria la cual abarcó todo el ancho del carril y se desplazó sostenida por soportes por encima de la placa, generando vibración y acomodado interno de las partículas del concreto, además realizó un nivelado de la mezcla previo al acabado. Se verificó el adecuado uso de los equipos de vibración de tal forma que se obtuviera una mejor impermeabilidad, adherencia y apariencia superficial del concreto.

**Acabado del concreto:** al finalizar el proceso de extensión y compactación del concreto se procedió a darle un acabado superficial mediante el desplazamiento de un flotador en forma transversal al sentido del eje vial, así mismo se inspeccionó el chequeo del acabado mediante un codal, el cual eliminó posibles imperfecciones o irregularidades mínimas en la superficie.

**Texturizado de la superficie:** una vez que se finalizó el acabado del pavimento, se realizó el texturizado de la superficie, que consistió en darle al pavimento una textura transversal homogénea de tal forma que se generara una superficie uniforme y antideslizante. Se realizó antes de que el concreto comenzara el proceso de fraguado y se desarrolló deslizando en la superficie del pavimento, en sentido transversal a la calzada, un cepillo metálico con dientes separados entre sí 19 milímetros, con un ancho de 3 milímetros y una profundidad de penetración entre 3-6 milímetros. Con lo anterior se logró rayar al pavimento formando canales de drenaje que eliminaron el problema de hidroplaneo. (Ver Fotografía 35).

**Fotografía 35. Acabado y texturizado de la superficie K0+000 – K0+200.**



**Curado del concreto:** después de realizar el texturizado de la placa de pavimento, se revisó que el agua superficial de las placas desapareciera completamente es decir cuando el concreto empezó a perder su brillo superficial. Luego se procedió con el curado del concreto, este se realizó vertiendo sobre la superficie terminada del pavimento un líquido para curado denominado anti sol, se empleó una bomba manual irrigadora que esparció un rocío fino de forma continua y uniforme, el producto aplicado formó una película impermeable y se encargó de retardar o reducir la evaporación del agua del concreto para que se desarrollara adecuadamente la resistencia interna.

Se verificó que este curado se hiciese sobre toda la superficie del pavimento y sobre los bordes, cuando se retiraron las formaletas transcurridas doce horas después de la fundición del pavimento se realizó también la irrigación del anti sol sobre los laterales de las placas. Se verificó que en condiciones de lluvia el pavimento que se fundió recientemente y que no alcanzó el proceso de fraguado o estuviera en proceso de fundición, se protegiera de la intemperie mediante el acondicionamiento de carpas o toldos las cuales evitarían el lavado de la superficie.

**Aserrado de juntas:** se verificó la ubicación de las juntas transversales y longitudinales de la placa de pavimento y se trazó una línea guía para realizar el aserrado de las juntas. Inicialmente se aserraron las juntas transversales 72 horas después de haber vaciado el concreto. Se realizó el corte primario a 1/3 del espesor de la losa (20 cm), para inducir la falla de la placa de concreto, luego se realizó el segundo corte de ensanchamiento de 6,5 milímetros de ancho y alto de tres centímetros.

El corte de las juntas longitudinales se realizó, el primario a 1/3 del espesor de la losa y el segundo para darle ensanchamiento al espacio entre las placas y para alojar el material sellante, según la indicación de los diseños se hizo a 6,5 milímetros de ancho y a tres centímetros de alto en toda la longitud del pavimento. En las juntas transversales de construcción no se requirió de un corte inicial porque la placa adjunta ya tenía una separación dada por efecto constructivo. (Ver Fotografía 36).

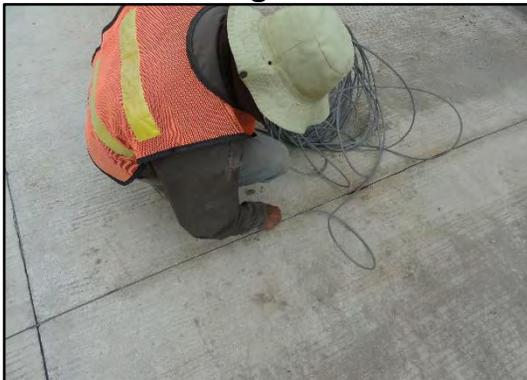
**Fotografía 36. Curado del concreto y aserrado de juntas K0+000 – K0+200.**



**Sellado de juntas:** una vez se realizaron los cortes en las juntas, se procedió a limpiar el interior de las mismas, mediante agua a presión e inyección de aire con un compresor. Se verificó la altura de corte de las juntas transversales y longitudinales. Después de verificar la limpieza de las juntas se inspeccionó que se realizara la instalación de un cordón o tirilla de respaldo y luego el sello de las mismas. Se utilizó un cordón especial de espuma de polietileno de 8 milímetros de ancho, el cual se instaló en las juntas previamente aserradas.

Para el sello de las juntas se utilizó un producto sellante elástico de poliuretano, impermeable y auto nivelante el cual curó bajo las condiciones de humedad del aire, después de la aplicación se realizó un terminado suave con respecto a los bordes de la junta. El sellado de las juntas transversales de construcción se realizó como en las juntas transversales de contracción, previa la instalación del cordón de respaldo. (Ver Fotografía 37).

**Fotografía 37. Sellado de juntas K0+000 – K0+200.**



**Bordillo en concreto clase D 3000 psi:** para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los Artículos 672-13.

- **Descripción.** Este trabajo consiste en la construcción de bordillo de concreto vaciados in situ, con las dimensiones, alineamientos y cotas indicados en los planos u ordenados por el interventor<sup>18</sup>.
- **Procedimiento de trabajo.** Se inspeccionó la limpieza de la zona de trabajo, se revisó el estado del acero a disponer longitudinalmente en los bordillos, se revisó la calidad de los ganchos anclados y de la mezcla para el concreto de 3000 psi.

Se instalaron ganchos de anclaje o flejes para la estructura interna de los bordillos, se dispusieron cada 0.5 metros y fueron elaborados en acero de 3/8". El acero longitudinal fue calibre 3/8" y se dispuso a cada lado de la estructura del pavimento, se utilizó alambre de amarre para fijarlo.

Se formaleteó las secciones en tabla corriente de 2,4 metros de largo, y altura de 10 centímetros. La mezcla a utilizar fue de 1:2:3 utilizando 1 bulto de cemento argos, 4 cuñetes de arena y 6 de triturado, en promedio 23 litros de agua. Las dimensiones de los bordillos construidas fueron de 15 centímetros de base, 12 centímetros de corona y 10 centímetros de altura.

El concreto se vibró y niveló según la altura adecuada, finalmente se retiró la formaleta y se realizó las juntas de aislamiento con una sierra dentada de tal forma que estas coincidieron con las juntas transversales del pavimento, para culminar el procedimiento se realizó el curado en toda la estructura del bordillo, se rellenó la base anterior en toda la longitud de los bordillos, se compactó y se niveló la entrada de cada vivienda con respecto a la rasante del pavimento construido. (Ver Fotografía 38).

**Fotografía 38. Construcción de bordillos K0+000 – K0+200.**



<sup>18</sup> Ibíd.



**1.2.5 Construcción de 7 alcantarillas diámetro interno 36”.** Para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los Artículos 600, 610, 630, 661, 900.

#### **a. Descripción**

Estas estructuras captaron y evacuaron el flujo proveniente de taludes y de escorrentía sobre la carretera, en la construcción de cada alcantarilla se tuvo en cuenta aspectos técnicos para darle solución en el reemplazo de cada alcantarilla existente. Se modificó las secciones construidas de acuerdo con la topografía existente y cumpliendo la normatividad INVIAS vigente.

#### **b. Procedimiento**

Ubicados los sitios donde se construirían las alcantarillas se replanteó cada una, se determinó la longitud de la tubería, dimensiones de las estructuras de entrada y de salida, dimensiones de los encoles y descoles, dimensión de la tubería. Se realizó el acopio de materiales por estructura y equipos.

Se señaló el sitio de trabajo y se revisó el estado del equipo a emplear, se dispuso personal para señalización y control de tráfico, luego se realizó la demolición de las estructuras a ser reemplazadas y la excavación de la estructura nueva según como corresponda en base a los diseños aprobados. (Ver anexo B).

Se realizó la excavación para levantar las estructuras de entrada y de salida, así mismo para la instalación de la tubería de 36”. El material de excavación se desalojó hacia el botadero aprobado en el sector arrayanes K8+000.

Las dimensiones de las estructuras de entrada y salida en lo posible se ajustaron a los diseños, sin embargo la topografía variante y las condiciones particulares de cada sitio de trabajo obligaron a variar las longitudes y anchos. En cada estructura se niveló y se ajustó la pendiente de 2% para el descole de la tubería, luego se fundió un solado en concreto de 2000 psi para mejoramiento del suelo y estabilizar

la tubería así como las estructuras de entrada – salida, dejando en la de salida un dentellón de seguridad anclado al suelo de fundación para reforzar la estabilidad de la estructura y elaborado en concreto ciclópeo.

Se instaló la tubería necesaria en cada alcantarilla, se realizó el atraque en concreto de 2000 psi y se anilló en cada unión entre los tubos. La tubería fue sometida a ensayos de permeabilidad y resistencia y en la mezcla de dosificación para su elaboración se tomaron muestras para someterlas a ensayos de compresión. (Ver anexo K).

Se rellenó la excavación utilizando material aprobado de mejoramiento, se compactó con un saltarín cada 20 centímetros hasta el nivel final de rasante, luego se fundió las soleras o bases para las estructuras de entrada y salida en concreto de 2000 psi, se instaló la formaleta en láminas mdf apuntaladas con guaduas y listones asegurando con alambre de amarre negro en la estructura de entrada y posteriormente en la estructura de salida.

Se fundió las paredes laterales de la estructura de entrada incluido el guarda ruedas utilizando concreto de 2500 psi, en la estructura de salida se fundió las aletas, del cuerpo y del cabezote incluido el guarda ruedas mediante concreto ciclópeo de 2000 psi, en proporción 60% hormigón y 40% rajón; el rajón utilizado cumplió las especificaciones al ser una roca triturada, angular y de forma casi cúbica. Se tomaron dos muestras por cada alcantarilla, en la estructura de entrada y en la de salida, estas fueron sometidas a ensayos de compresión. (Ver anexo K).

Finalmente, se retiró la formaleta de las estructuras, se mejoró el acabado mediante mortero 1:3 y se limpió la zona de trabajo. El procedimiento fue repetitivo en las 7 alcantarillas (Ver Fotografía 39).

**Fotografía 39. Construcción de alcantarillas Ø 36". K0+200 – K7+947.**





**1.2.6 Muros de contención en concreto ciclópeo K0+200, K5+640.** Para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los Artículos 600, 610, 630 y 900.

#### **a. Descripción**

Los muros en concreto ciclópeo fueron útiles para alturas inferiores a 6 metros, la estabilidad externa se consiguió debido al peso propio y la interna solo por compresión.

#### **b. Procedimiento**

Para la construcción de los muros de contención se utilizó el diseño de la Secretaria de Obras Públicas del departamento de Antioquia, denominado Guía para la Construcción de Obras de Drenaje y Protección para Carreteras, este fue entregado al constructor por interventoría. (Ver anexo L).

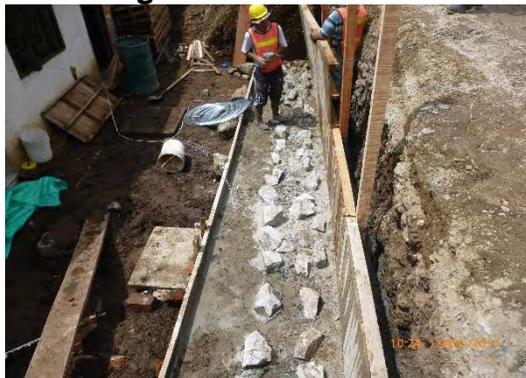
Se replanteó la estructura a construir, se realizó la requisición de materiales, equipo a utilizar y señalización del sitio de trabajo. La excavación se realizó en forma manual, el material extraído de la excavación se desalojó hacia el botadero ubicado en el K8+000, empleando 1 volqueta sencilla y un retro cargador Caterpillar 420 E.

Se chequeó niveles, se humedeció la rasante y se realizó la construcción de un solado en concreto de 2000 como mejoramiento del suelo de fundación. Se realizó luego la fundición de la zarpa del muro en concreto ciclópeo de 2000 psi en proporción 60% hormigón y 40% rajón, el rajón utilizado cumplió las características adecuadas al ser una roca triturada, angular y de forma casi cúbica, se dispuso piedras de rajón de 30 centímetros de diámetro en forma vertical de tal forma que sirvió como conexión al cuerpo del muro de contención y evaron el deslizamiento.

Se instaló la formaleta utilizando tableros metálicos en la parte delantera y trasera del muro asegurándolos con alambre galvanizado, se apoyó la formaleta con guaduas y listones. Luego se realizó la fundición del cuerpo del muro en concreto ciclópeo, intercalando el vaciado de concreto de 2000 psi y el rajón. Después de 24 horas se retiró la formaleta y se procedió a curar el concreto para mejorar su resistencia interna.

Se realizó el relleno estructural con material de mejoramiento procedente de la cantera Divino Niño, se lo compactó en capas sucesivas de 20 centímetros de altura utilizando un compactador mecánico. Una vez se finalizó el relleno se limpió la zona de trabajo y se repitió el proceso constructivo en el segundo muro ubicado en la abscisa K5+640, en el cual varió la altura y longitud del cuerpo y zarpa. (Ver Fotografía 40 - 41).

**Fotografía 40. Muro de contención en concreto ciclópeo K0+200**



**Fotografía 41. Muro de contención en concreto ciclópeo K5+640.**



**1.2.7 Muro de contención en concreto reforzado K7+648.** Para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los Artículos 600, 610, 630, 640, 673 y 900.

#### **a. Descripción**

Se proyectó este tipo de muro debido a la altura del talud, este muro soportó el empuje ocasionado por la banca y la sobrecarga vehicular a través de una pantalla en voladizo empotrada en una losa horizontal, todo el sistema presentó reforzamiento con acero, también se incluyó un filtro y lagrimales en la pantalla vertical de tal forma que drenó el agua que se infiltró en el talud.

#### **b. Procedimiento**

Se replanteó la estructura a construir, se revisó cuantías de acero y cantidades de concreto según el diseño aprobado por interventoría (Ver anexo M), se realizó la requisición de materiales y equipos necesarios. En primera instancia se señaló la zona de trabajo y se adecuó un campamento para alojar el cemento y acero, se chequeó los equipos y se procedió a realizar la excavación necesaria con un retrocargador, debido a la altura considerable se dispuso tabla estacas para evitar la caída de la banca y preservar la seguridad de los trabajadores. La excavación para

el diente o llave del muro se realizó manualmente, el material producto de la excavación se desalojó hacia el botadero ubicado en el K8+000.

Se realizó nivelación y limpieza de la excavación, se fundió en concreto de 2000 psi un solado para el diente del muro y posteriormente un solado para la zarpa, luego se armó las parillas de la zarpa con barras No 3 longitudinalmente y barras No 6 en sentido transversal con los ganchos y traslajos según los planos en obra.

Así mismo, se efectuó el armado del cuerpo del muro utilizando en la parte anterior de la pantalla barras No 4 en sentido vertical, en la parte posterior de la pantalla se utilizó barras No 6 en sentido vertical. Las barras en sentido longitudinal del muro se armaron posterior a la fundición de la zarpa y según el modulo a fundir.

Para realizar la fundición de la zarpa y el diente se utilizó concreto de 3000 psi, se realizó la mezcla utilizando una revolvedora y se dio vibración con un vibrador de aguja, igualmente el concreto al ser vaciado se debió chuzar para mejorar la distribución interna de agregados. La pantalla del muro se debió fundir en dos módulos por facilidad de manejo y disponibilidad de mano de obra, el primer módulo fundido se realizó siguiendo las indicaciones de armado del refuerzo horizontal utilizando en la parte anterior y posterior del muro barras No 3. Se tomó muestras de concreto para someterlas a ensayo de compresión. (Ver anexo M).

Entre cada módulo fundido se construyó una junta de expansión de tres milímetros utilizando un material de neopreno entre los cuerpos, en la parte delantera del muro se construyó un filtro en material granular filtrante cubierto con geotextil y se construyó lagrimales para canalizar el agua drenante. Se realizó el relleno de la estructura con material de mejoramiento proveniente de la cantera Divino Niño este se compactó en capas sucesivas de 20 – 30 centímetros utilizando un compactador mecánico o saltarín. Una vez finalizada la construcción del muro de contención se procedió a limpiar la zona y desalojar escombros resultantes de la intervención. (Ver Fotografía 42).

**Fotografía 42. Construcción de muro de contención reforzado K7+648.**





**1.2.8 Construcción de filtros K0+200 – K7+947.** Para la ejecución de esta actividad se basó en las normas del INVIAS, específicamente en lo descrito en los Artículos 600, 610, 673 y 900.

#### **a. Descripción**

Los filtros fueron estructuras encargadas de realizar el drenaje del agua que se infiltró en la vía, esta agua provino de cauces naturales o de escorrentía. La estructura consistió en material granular protegido por un geotextil y tubería corrugada perforada de 4", este recogió el agua y la trasladó hasta una estructura de captación como una alcantarilla o puente.

#### **b. Procedimiento constructivo**

Se replanteó cada filtro a construir, se revisó las cantidades de materiales para cada filtro y se realizó la requisición pertinente. En primera instancia se señaló la zona de trabajo, se chequearon los equipos y se realizó la excavación con un retrocargador donde fuera estrictamente necesario es decir cuando hubiese rocas o material de difícil extracción, el material producto de la excavación se desalojó hacia el botadero ubicado en el K8+000.

Luego de comprobar los niveles de excavación se instaló el geotextil a lo largo de la excavación, se fijó los bordes del geotextil mediante estacas y se colocó la tubería drenante de forma centrada y sin que presente ondulaciones. Se llenó la excavación con material granular filtrante previamente aprobado por interventoría. Una vez el filtro se llenó se unió los bordes del geotextil y se coció asegurando su eficiencia como dren.

Se realizó el relleno del filtro en una altura de 20 centímetros a lo largo de toda la excavación, se utilizó material de mejoramiento proveniente de la cantera Divino Niño, este se compactó con un compactador manual o saltarín alcanzando una densidad seca máxima. Una vez se finalizó la actividad se limpió la zona de trabajo y se repitió el procedimiento constructivo en cada zona a intervenir. (Ver Fotografía 43).

**Fotografía 43. Construcción de filtros K0+490.**



### **1.3 REGISTRO DE INFORMACIÓN DIARIA DE AVANCE SEGÚN LAS CANTIDADES DE OBRA EJECUTADAS**

Diariamente fueron reportadas las cantidades de obra ejecutadas a través del informe diario, la información se complementó con anotaciones en la bitácora y seguimiento grafico a las actividades constructivas. El procedimiento de medición en general, fue repetitivo según los ítems empleados, las cantidades se recibieron o registraron una vez finalizadas y posteriormente se reportaron en el acta de cobro. (Ver anexo N).

**1.3.1 Medición de cantidades.** Para cada ítem se procedió a medir lo ejecutado, reportando según la obra realizada en los informes diarios y posteriormente en las actas de cobro, las mediciones se realizaron de la siguiente manera:

#### **a. Mejoramiento de subrasante con material de adición**

Se reportó la cantidad de m<sup>3</sup> utilizados para el mejoramiento vial, se midió la longitud, el ancho promedio, el espesor de la capa a extender.

## **b. Excavaciones varias sin clasificar**

Se realizó la medición en la excavación de filtros, en las alcantarillas se reportó la excavación de la unidad de entrada, unidad de salida, espacio para instalar tubería de 36", para los muros de contención se reportó el espacio necesario para cimentar y proyectar el muro; es decir el diente, la zarpa y la pantalla según el caso, para la construcción de 6 sumideros se reportó la excavación realizada para las pocetas y para la tubería de 8". En general, se reportó los m<sup>3</sup> midiendo la longitud, ancho y altura de la excavación.

## **c. Relleno para estructuras**

Se utilizó material de mejoramiento debidamente compactado, este sirvió como capa de nivelación y refuerzo en los filtros, en la excavación para la tubería de las alcantarillas, en los muros en concreto reforzado y ciclópeo, en el relleno lateral de los bordillos y en los sumideros. En general, se reportó los m<sup>3</sup> midiendo la longitud, ancho y altura de la excavación a complementar con un factor de compactación de 1,3.

## **d. Material granular filtrante**

Se reportó el material utilizado en la construcción de filtros y como estructura de drenaje en el muro de contención armado, se determinó los m<sup>3</sup> al medir según el ancho, largo y alto del filtro.

## **e. Geotextil NT 1600**

Fue el material útil para recubrimiento en los filtros, este se midió según el ancho y la longitud, expresándolo en m<sup>2</sup>.

## **f. Concreto clase E, F, D, G**

El concreto clase F, se utilizó en para realizar solados o mejoramiento al suelo de fundación, el concreto clase D se empleó para la fundición de la zarpa, pantalla del muro reforzado y los bordillos, el concreto G se usó en la construcción de estructuras de salida; aletas y cuerpo de alcantarillas, en el cuerpo y zarpa de los muros ciclópeos y en la fundición de una cuneta para el pavimento, el concreto clase E se utilizó para la construcción de la estructura de entrada de las alcantarillas, en general, los concretos se midieron según el ancho, altura y longitud de la obra reportándolos en m<sup>3</sup>.

## **g. Tubería de concreto reforzado 36"**

Se reportó la cantidad de tubería de 36".

#### **h. Acero de refuerzo PDR 60**

Se reportó en kg, según la cantidad y calibre de acero, en el muro de contención reforzado el usado para las parillas de la zapata y de la pantalla, en este se midió la cantidad de barras número 3, 4 y 6 longitud utilizada y el peso, en los bordillos el usado dentro del cuerpo, es decir flejes y acero longitudinal.

#### **i. Localización y replanteo**

Se reportó la longitud en metros en la cual se construyó el pavimento.

#### **j. Excavación de la explanación**

Se reportó la excavación realizada en m<sup>3</sup> para construcción de la estructura pavimento, se midió el ancho promedio, longitud y profundidad promedio.

#### **k. Transporte de materiales de la explanación, canales y préstamos**

Se reportó la cantidad de material desalojado, producto de excavaciones varias, limpieza de alcantarillas, rocería, excavación de subrasante afectada por un factor de expansión y la distancia de acarreo, se reportó en m<sup>3</sup>-km.

#### **l. Conformación de calzada**

Se reportó en m<sup>2</sup> la cantidad de rasante conformada, se midió el ancho promedio y la longitud.

#### **m. Base granular**

Se reportó la cantidad en m<sup>3</sup> de material de base extendida, se midió el ancho, longitud y espesor de la capa.

#### **n. Pavimento en concreto hidráulico**

Se reportó en m<sup>3</sup> la cantidad de concreto de 3500 psi utilizado en la fundición del pavimento. Se midió la longitud, ancho y el espesor de la capa construida.

#### **o. Rocería**

Se reportó en Ha, la cantidad de material de desmonte, se midió según la altura de corte y la longitud intervenida.

#### **p. Limpieza a mano de alcantarillas**

Se reportó en unidades la cantidad de alcantarillas limpias.

#### **q. Suministro e instalación de tubería 4" y 8"**

Se reportó la cantidad en metros lineales (ml) de tubería drenante para los filtros y sumideros.

#### **r. Sumidero**

Se reportó por unidad construida, incluyendo la tapa, acero y rejilla.

**1.3.2 Informe diario.** Se registró las actividades anteriormente mencionadas desarrolladas cada día, en el transcurso de elaboración de la obra se hizo seguimiento en este formato a las condiciones climáticas, personal en obra, maquinaria empleada, imprevistos y reporte de cantidades.

**1.3.3 Bitácora de obra.** Este libro de anotaciones se empleó para registrar el desarrollo de actividades de la obra, controlar aspectos técnicos y de ejecución. Se anotó además las modificaciones al cronograma, recepción de material, estado del tiempo, equipos y personal empleado.

**1.3.4 Seguimiento gráfico de obra.** Se realizó este formato con el objetivo de rastrear el desarrollo de las actividades constructivas en periodos mensuales, los esquemas se apoyaron en el registro de la bitácora de obra y en los informes diarios. La evaluación fue adecuada porque permitió conocer paso a paso las fases de las obras ejecutadas en campo de manera real.

**1.3.5 Cronograma y flujo de fondo ejecución de obra.** Se presentó durante el transcurso de la ejecución de obra 4 cronogramas con el respectivo flujo de fondos, esta programación se modificó según el avance contractual. La primera programación de obra se realizó según la propuesta licitatoria del proponente, la segunda programación se realizó con fecha 11 de agosto y fue según el acta de inicio, la tercera programación se realizó el 18 de enero según acta de reinicio 1 y el acta de modificación 1, la cuarta programación se realizó según el acta de reinicio 2 y acta de modificación 2.

Se presentó dos suspensiones de obra; la primera suspensión con fecha 23 de diciembre de 2015 y reinicio el 18 de enero de 2016, la segunda suspensión con fecha 15 de febrero de 2016 y reinicio el 11 de abril de 2016. Los motivos de las suspensiones fueron la poca disponibilidad de mano de obra, equipo y las condiciones climáticas. Además se generó retraso debido a las modificaciones realizadas al contrato de obra, a través de la inclusión de cantidades mayores o menores en algunos ítems y la realización de actividades no contempladas en el cronograma inicial.

En cuanto a la evaluación de la programación en el cronograma al finalizar el mes de diciembre se presentó un retraso de 22,23% el cual se evaluó según la ejecución

hasta el periodo mencionado y el porcentaje de avance programado, posteriormente en la segunda suspensión se presentó un retraso de 3,08%. El fin de obra se estableció el 5 de mayo de 2016 alcanzando el 100% de cumplimiento. (Ver anexo Q).

#### 1.4 RENDIMIENTOS EN OBRA

Se evaluó los rendimientos según las actividades ejecutadas en la obra, el personal y la maquinaria disponible. El objetivo de la evaluación de rendimientos fue conocer la productividad de la mano de obra en las actividades constructivas y familiarizarse con los costos administrativos por obra.

**1.4.1 Rendimiento mano de obra.** Se obtuvo los rendimientos de mano de obra a través de la medición de tiempos de duración de las actividades constructivas, se empleó planillas de control diligenciadas cada quincena y según la obra en ejecución. Se revisó los rendimientos obtenidos al corte de cada mes y se evaluó alternativas por parte del control interno de la empresa para mejorarlos, sin embargo factores de tiempo improductivo, falta de material, condiciones climáticas, escasez de mano de obra calificada entre otras afectaron el desarrollo normal de la obra. (Ver Tabla 8 - 9).

**Tabla 8. Esquema control de personal**

JOHN GALINDEZ N.I.T. 98.398.802-5		CONSTRUCCION ALCANTARILLAS PLANILLA DE PAGO DE MANO DE OBRA POR ADMINISTRACIÓN No. 1. DEL 28 DE NOVIEMBRE AL 23 DE DICIEMBRE DE 2015		FORMATO F - 4																													
				VERSION V - 0																													
				FECHA																													
MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA VIA GUAITARILLA - ARRAYANES																																	
INFORMACION PERSONAL				NOV	DICIEMBRE																			PLANILLA									
No.	APELLIDOS Y NOMBRES	CEDULA	CARGO	JORNAL	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	TOTAL DIAS	VALOR TOTAL	
1	MELO SANTACRUZ BARON NORVEY	1.089.846.639	VIGILANTE	20.000	0,0		0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	1,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	50.000	
2	ROMO MARTINEZ SIXTO MARINO	87.531.052	VIGILANTE	20.000	1,0		0,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	70.000	
3	ROSALES OVIDIO ERLINTO	87.532.257	OBRERO	20.000	1,0		0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	7,5	150.000	
4	BETANCOURT JULIAN	87.532.713	OBRERO	20.000	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	6,0	120.000	
5	MELO TORRES YERCY	1.089.847.534	OBRERO	20.000	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	6,0	120.000	
6	SOLARTE ORTEGA YEFRI OLIVERIO	1.089.846.322	OBRERO	20.000	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0	100.000	
7	SOLARTE LUIS GONZALO	5.257.434	OBRERO	20.000	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	6,0	120.000	
8	MELO SANTACRUZ CAMILO	1.004.771.492	OBRERO	20.000	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	6,0	120.000	
9	CAICEDO BURRANO JHON	1.089.847.464	OBRERO	20.000	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0	100.000	
10																																	
11																																	
12																																	
13																																	
14																																	
15																																	
COSTO DIRECTO PLANILLA DE PAGO DE MANO DE OBRA POR ADMINISTRACIÓN																											950.000						

Fuente: Control interno oficina Ing. John Galindez

**Tabla 9. Rendimiento mano de obra**

Obra: FILTROS		CUADRILLA									RENDIMIENTO HR/UND		
ITEM	Unidad	MAESTRO	OFICIAL	AYUD. OBRA	HR Mtro	HR OFICIAL	HR AYUD	horas prog	Cantidad	und	Maestro	Oficial	Ayudante Obra
Excavaciones Varias Sin Clasificar.	M <sup>3</sup>	0	1	4	0	8	104	26,000	165	M3	0,000	0,048	0,630
Geotextil NT 1600 o Similar.	M <sup>2</sup>	0	1	2	0	2	14	7,000	1045	M2	0,000	0,002	0,013
Suministro e Instalación Tubería Perforada 4"	ML	0	0	2	0	0,4	4	2,000	275	ML	0,000	0,001	0,015
Material Granular Filtrante.	M <sup>3</sup>	0	1	4	0	4	72	18,000	41,25	M3	0,000	0,097	1,745
Relleno para Estructuras.	M <sup>3</sup>	0	1	5	0	2	60	12,000	27,5	M3	0,000	0,073	2,182

En general, se empleó el mismo procedimiento para las demás actividades constructivas, seguimiento diario del tiempo empleado por obra y evaluación de productividad. Se obtuvo al final rendimientos promedio que servirán en futuro para la programación de obras de características similares y para ajustar los rendimientos reales en el presupuesto de la obra, de esta manera se conoció las condiciones reales de trabajo y la productividad obtenida evaluada bajo los parámetros que fueran necesarios y en su momento útiles para cada obra. (Ver anexo Q).

**1.4.2 Rendimiento equipos en obra.** En cuanto a la maquinaria utilizada se midió en campo el tiempo empleado por actividad y se usó fórmulas de cálculo para la evaluación de rendimientos de cada equipo. El rendimiento de la maquinaria se determinó en base a diversos factores tales como: tiempo de trabajo, idoneidad operacional, maniobrabilidad, capacidad de carga, uso del equipo, administración de la obra, tipo, estado y expansión de material utilizado o a intervenir, pendiente del sector a recorrer, condiciones de carretera, clima y potencia del equipo. Cada uno de estos factores influyó sobre los demás para la obtención del rendimiento real.

Según el equipo empleado se obtuvo rendimientos verificados en obra, que difirieron comparados a los rendimientos teóricos, esto por motivo de la influencia de las condiciones de la obra y las características propias para cada actividad. (Ver anexo Q).

#### **a. Excavadoras**

El rendimiento obtenido se vio afectado por el fuerte estado de consolidación del material a extraer, siendo necesario realizar la explotación en la cantera Divino Niño con tres semanas de anticipación al inicio de la obra, sin embargo se presentó retrasos en la actividad de mejoramiento vial debido a la escasez de material. También se afectó el rendimiento de las excavadoras debido a que se utilizó tiempo adicional en la selección del material a través del tamizado, tiempos de espera para cargar las volquetas.

### **b. Motoniveladora**

El rendimiento de este equipo disminuyó por la disponibilidad de material a extender, al trabajar en condiciones promedio con 34 viajes por día. Así mismo las condiciones mecánicas del equipo no favorecieron el rendimiento, siendo necesario constantes mantenimientos.

### **c. Vibro compactador y carro tanque de agua**

El rendimiento de estos equipos también se redujo debido a la disponibilidad de material.

### **d. Retro cargador**

El rendimiento del equipo se redujo debido a la distancia a recorrer para su operación en obra, por la disponibilidad del mismo y las condiciones mecánicas.

### **e. Volquetas**

El rendimiento de estos equipos se restringió debido a la disponibilidad de material a transportar, las condiciones de la vía a intervenir y las fallas mecánicas en las volquetas.

## **1.5 ACTAS PARCIALES**

Se realizó dos actas parciales para cobro en las cuales se incluyó las actividades recibidas a satisfacción por la interventoría, en la primer acta se incluyó el mejoramiento vial, rocería, limpieza de alcantarillas, construcción de sumideros, muro en concreto ciclópeo K0+200, pavimento y bordillos, construcción de cuneta en pavimento y transporte de material de: explanación, rocería y excavación del muro de contención. En la segunda acta se reportó la construcción de filtros, alcantarillas, muro de contención en concreto reforzado K7+880 y cuneta, muro en concreto ciclópeo K5+640, transporte de material de: filtros, alcantarillas, muro en concreto reforzado y muros en concreto ciclópeo. Las cantidades medidas se reportaron de manera similar a la descripción realizada en el ítem 3.3.1 del presente estudio. (Ver anexo Q).

## **1.6 PEDIDO DE MATERIALES**

Durante el transcurso de la obra se realizó varias requisiciones de material y de insumos para la elaboración de las actividades. Estos pedidos se realizaron en coordinación entre el ingeniero auxiliar residente y el maestro de obra, se enviaron al director de obra del proyecto y se aprobaron para su despacho. Los insumos se

almacenaron en la bodega principal y según la actividad a desarrollar se realizó la entrega al personal autorizado. (Ver anexo O).

## **1.7 REGISTRO FOTOGRÁFICO**

Se registró la obra al comienzo de las actividades y al finalizar las mismas, se mostró el desarrollo generado con el mejoramiento y mantenimiento de la vía Guaitarilla – Arrayanes. Este formato fue importante porque permitió evaluar las condiciones encontradas en la vía y demostrar el trabajo efectuado y los cambios generados en el entorno constructivo. (Ver anexo P).

## **1.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Se describió los ensayos realizados en el proyecto vial, los parámetros obtenidos y la verificación del cumplimiento de las normas INVIAS. Los resultados para una mejor comprensión se dividieron según la obra a construir, de la siguiente manera.

**1.8.1 Pavimento en concreto hidráulico K0+000 – K0+200.** Se realizó exploraciones para la determinación de parámetros de diseño del pavimento, se incluyó 2 apiques y 4 ensayos de P.D.C. De las muestras obtenidas se analizó la humedad natural, límites de atterberg, granulometría por tamizado, compresión inconfiada, corte directo y cbr.

Según el resultado del laboratorio de análisis granulométrico el material se clasificó como una grava mal gradada y limosa. GP-GM, pues el pasante tamiz # 200 se encontró entre 5-12% y el índice de plasticidad es inferior a 4. Con respecto a los resultados del material de afirmado, sub base y base cumplieron las exigencias de la norma INVIAS 311-13, 320-13 y 330-13 y su granulometría se ajustó a las curvas solicitadas para cada tipo de material, en los puntos en los cuales se desvió la curva granulométrica del material, se tuvo en cuenta la tolerancia admitida para la fórmula de trabajo en campo y se dio cumplimiento a las especificaciones. (Ver anexo E).

Según el resultado del laboratorio de compresión inconfiada el suelo de características limosas poco plásticas (ML) presentó una resistencia aproximada de 0,059 kg/cm<sup>2</sup>, en el reporte no se indicó la velocidad de aplicación de la carga ni el estado de la muestra inalterada, remoldeada o compactada. (Ver anexo C).

Según los resultados del laboratorio de corte directo se obtuvo un ángulo de fricción interna 9.40° y cohesión de 0.32kg/cm<sup>2</sup>, en el informe no se mencionó el equipo utilizado, ni el estado del espécimen. En los resultados de los ensayos realizados con el procedimiento D.C.P. se obtuvo el valor promedio de la resistencia al esfuerzo cortante a través del ensayo de C.B.R, en este se contempló que valores altos de c.b.r. dan mejores resultados de capacidad portante. Se obtuvo un valor de 10, lo

cual concernió a una subrasante con calidad regular. (Ver anexo C). Para proceder a la extensión de material se realizó un ensayo de proctor modificado el cual determina la cantidad de agua necesaria para alcanzar la densidad seca máxima durante la compactación, se obtuvo como resultado de este ensayo una densidad seca máxima de  $1.75 \text{ gr/cm}^3$  con un 13.56% de humedad. (Ver anexo H).

Una vez finalizado el proceso de extensión, hidratación y compactación de la base, se realizaron pruebas de resistencia obtenida por la capa de base, a través de ensayos de densidad en sitio. Se realizó el ensayo de cono de arena y se obtuvieron porcentajes de compactación adecuados que permitieron ejecutar la pavimentación del sector K0+000 – K0+200. (Ver anexo H).

En el desarrollo de la pavimentación como control de calidad en la actividad se efectuaron ensayos de resistencia mediante la toma de 14 cilindros y 14 vigas, los cuales se sometieron a pruebas de rotura. El resultado de resistencia de los cilindros a compresión demostró el cumplimiento de diseño de la mezcla del concreto reportando valores por encima de los 3500 psi, así mismo las vigas sometidas a flexión dieron resultados que aprueban el diseño de la mezcla del concreto, encontrándose el módulo de rotura en 3,90 Mpa. (Ver anexo J).

**1.8.2 Alcantarillas.** Se realizó dos ensayos de resistencia; el primero consistió en someter cilindros de prueba a rotura, estos fueron elaborados con la mezcla de concreto dosificada para fabricar la tubería de 36", el segundo ensayo consistió en someter a un tubo de concreto previamente curado a la prueba de los tres apoyos. El resultado se encontró dentro de los rangos admisibles y fue aprobado por interventoría, para los cilindros se reportó una resistencia superior a 4000 psi a los 28 días de elaborados, para el tubo de 36" se reportó una resistencia promedio de 45,76 kn/m. (Ver anexo K).

En la construcción de la estructura de salida y de entrada de las alcantarillas se tomó 14 muestras de concreto en cilindros para someterlos a la prueba de rotura por compresión, para la estructura de entrada se reportó resistencias superiores a 2500 psi y para la estructura de salida resistencias superiores a 2000 psi. Los resultados fueron aceptados por interventoría. (Ver anexo K).

**1.8.3 Muro de contención en concreto reforzado.** Se tomó seis muestras de concreto durante la construcción del muro de contención en concreto reforzado, dos muestras se tomaron en la zarpa y cuatro en el cuerpo del muro es decir dos por cada módulo construido, la resistencia reportada a la compresión de los cilindros superó la resistencia de diseño de 3000 psi con lo cual se dio cumplimiento a las especificaciones de construcción del INVIAS. (Ver anexo M).

## 2. CONCLUSIONES

Se dio cumplimiento a los objetivos propuestos mediante el apoyo técnico la supervisión y control en la obra

Se adquirieron nuevos conocimientos mediante esta práctica profesional, al profundizar en el campo técnico, teórico e investigativo

Se evidenció y corrigió aspectos evaluativos del proyecto realizados en la consultoría técnica de la obra

La organización y planificación de las actividades constructivas permitió controlar el correcto desarrollo de las mismas

Los controles de obra ejercidos en esta práctica profesional permitieron establecer una correlación más directa con los procesos constructivos

Se calcularon los rendimientos reales en obra, difiriendo en gran medida a los rendimientos teóricos

El rendimiento de mano de obra obtenido se basó en cuadrillas tipo, la estimación de rendimiento calculado puede ser útil bajo condiciones similares de obra

El rendimiento calculado para la maquinaria estuvo basado en fórmulas y este puede variar según las condiciones particulares de la obra.

A través del conocimiento y divulgación de las especificaciones técnicas de construcción del INVIAS se obtuvo resultados de calidad adecuados

La escasez de mano de obra calificada y la disponibilidad de equipo generaron retraso considerable en la ejecución del proyecto.

### **3. RECOMENDACIONES**

Disponer de una base de datos con rendimientos de mano de obra y maquinaria de la zona para lograr una mejor proyección de los cronogramas de ejecución.

Implementar registros de calidad mediante la verificación diaria de los procesos constructivos para mejorar el desempeño en obra.

Realizar controles a la densidad de compactación alcanzada en rellenos.

Realizar el diseño de mezcla para elaborar concretos con resistencia óptima.

Ampliar la realización de charlas de seguridad industrial y manejo ambiental para el personal en obra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYLLON JAIME. Maquinaria y equipo de construcción. Lima, Perú.: 2005, 118 p.

CHIRIBOGA, Gustavo y Rivera Manuel. Equipo caminero para movimiento de tierras características y cálculo del rendimiento de la maquinaria. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Guayaquil Ecuador.: Escuela Politécnica del Litoral. Facultad de ingeniería en ciencias de la tierra. 2013. 287 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – ICONTEC. Presentación de tesis y otros trabajos de grado. Sexta actualización. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008. 120 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – INVIAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras. Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte, 2013.

GUEVARA, Andrés Alberto. Residencia en la interventoría de las obras de mejoramiento y mantenimiento del K6+500-K18+000 de la carretera Junín-Barbacoas, Nariño. Trabajo de grado Ingeniero civil. San Juan de Pasto.: Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. 2005. 359 p.

MAHECHA, Leidy Carolina. Análisis comparativo del rendimiento de la mano de obra en la construcción de un edificio. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. 2010. 175 p.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, INVIAS, ICPC. Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito. Medellín.: Instituto Colombiano de Productores de Cemento, 2008. 114p.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Manual andino para la construcción y mantenimiento de empedrados. Quito, Ecuador.: El instituto, 2004. 96 p.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. NSR-10. Título C – Concreto Estructural. Capítulo C-5. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. 587 p.

Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. RAS-2000. Título D – Aguas residuales domésticas y pluviales. Artículos 600, 610. Bogotá D.C.: Ministerio de Desarrollo Económico, 2000. 104 p.

# ANEXOS

## **Anexo A. Diseño geométrico K0+000 – K0+200**

- Cartera de rasante, áreas y volúmenes K0+000 – K0+200
- Plano Diseño Geométrico Guaitarilla – Arrayanes
- Esquemas secciones tipo diseño geométrico K0+000 – K0+200

# Cartera de rasante

CONTRATO DE CONSULTORIA No. MC 065 - 2013

## CARTERA DE RASANTE NO + 000 A RD + 200

Abscisa (m)	Lado Izquierdo		Lado Derecho		Eje	Eje		Eje	Eje	Eje	Lado Derecho	Lado Derecho	Lado Derecho
	Chafflan	Chafflan	Chafflan	Chafflan		Coordenada (m)	Rojo						
0	2664.293	3.137	2664.235	2.999	-2	615869.107	947270.54	2664.295	2664.295	2664.235	2.999	3.138	2664.299
10	2664.542	3.498	2664.724	2.999	1.41	615871.875	947280.931	2664.697	2664.681	-2	2.999	3.402	2664.504
20	2665.256	3.206	2665.243	2.999	5.85	615875.688	947251.725	2665.199	2665.068	-5.85	2.999	3.531	2664.888
30	2665.729	3.084	2665.635	2.999	6	615882.115	947244.117	2665.615	2665.435	-6	2.999	3.304	2665.722
40	2665.869	3.408	2665.99	2.999	4.97	615890.496	947238.709	2665.892	2665.841	-4.97	2.999	3.777	2665.591
50	2666.735	3.294	2666.283	2.999	1.78	615899.266	947233.902	2666.109	2666.228	-2	2.999	3.47	2666.005
60	2666.504	3.328	2666.572	2.999	-1.41	615908.035	947219.095	2666.683	2666.615	-2	2.999	3.072	2666.849
70	2666.91	3.272	2666.941	2.999	-2	615916.804	947214.289	2666.791	2667.001	-2	2.999	3.499	2666.759
80	2667.312	3.249	2667.328	2.999	-2	615925.573	947219.483	2667.296	2667.388	-2	2.999	3.683	2667.021
90	2667.64	3.381	2667.745	2.999	-2	615934.342	947214.676	2667.693	2667.805	-3.72	2.999	3.443	2667.608
100	2668.312	3.131	2668.249	2.999	-2	615943.111	947209.869	2668.25	2668.509	1.47	2.999	3.307	2668.299
110	2668.691	3.334	2668.764	2.999	-4.06	615951.88	947205.062	2668.895	2668.904	4.66	2.999	3.138	2669.471
120	2669.35	3.311	2669.408	2.999	-6	615960.245	947199.647	2669.442	2669.588	6	2.999	3.241	2669.757
130	2670.012	3.479	2670.181	2.999	-6	615968.845	947191.456	2670.178	2670.361	6	2.999	3.656	2670.354
140	2671.066	3.118	2671.015	2.999	-6	615967.473	947183.67	2671.269	2671.195	6	2.999	3.29	2671.331
150	2672.038	3.019	2671.849	2.999	-6	615964.828	947172.107	2672.149	2672.029	6	2.999	3.879	2671.117
160	2673.643	3.363	2672.767	2.999	-3.25	615959.664	947163.545	2674.032	2672.864	3.25	2.999	3.731	2674.373
170	2673.814	3.012	2673.639	2.999	-2	615954.664	947155.003	2674.54	2673.699	0.05	2.999	3.786	2675.423
180	2674.425	3.297	2674.473	2.999	-2	615949.265	947146.461	2674.425	2674.533	-2	2.999	3.158	2674.518
190	2674.751	4.045	2675.298	2.999	-2	615944.066	947137.919	2675.117	2675.358	-2	2.999	3.249	2675.381
200	2675.804	3.673	2676.103	2.999	-2	615938.966	947129.377	2675.896	2676.165	-2	2.999	3.502	2675.918

  
 ING. JAIME LEONARDO ROMO TAPIA  
 M.P. 52202145192NNH

## Cartera de áreas y volúmenes K0+000 – K0+200

CONTRATO DE CONSULTORIA No. MC 065 - 2013

CARTERA DE ÁREAS Y VOLÚMENES K0 + 000 A K0 + 200

Tipo	Abscisa	Longitud	Área Sección (m2)	Área Sección (m2)	Corte	Corte	Terraplen	Terraplen
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Área Planta (m2)	Volumen (m3)	Área Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		3.654					
		2.325			14.286	8.404		
	2.325		3.562					
		4.503			28.568	16.165	0.029	0.001
	6.829		3.454					
		3.171			21.245	10.676	0.284	0.01
	10		3.379	0.009				
		1.332			8.926	4.513	0.304	0.008
	11.332		3.43	0.022				
		0.197			1.308	0.669	0.064	0.004
PC	11.529		3.452	0.021				
		0.471			3.237	1.841	0.118	0.005
	12		3.572	0.001				
		1			7.113	3.601	0.053	0.001
	13		3.667					
		1			7.05	3.675		
	14		3.701					
		1			6.952	3.743		
	15		3.783					
		1			6.935	3.806		
	16		3.872					
		1			6.926	3.845	0.001	
	17		3.948					
		1			6.9	3.957	0.005	
	18		4.003					
		1			6.813	4.015	0.024	
	19		4.057					
		1			6.745	4.07	0.001	
	20		4.137					
		0.339			2.267	1.399		
	20.339		4.157					
		0.661			4.393	2.749		
	21		4.193					
		1			6.576	4.207		
	22		4.233					
		1			6.505	4.244		
	23		4.262					
		1			6.446	4.254		
	24		4.276					
		1			6.503	4.303	0.001	
	25		4.335					
		1			6.542	4.343	0.006	
	26		4.396					
		1			6.684	4.329		
	27		4.385					
		1			6.436	4.3		
	28		4.364					
		1			6.402	4.199	0.001	
	29		4.338					
		1			6.374	4.218	0.001	
	30		4.314					

*Juan Carlos Rentería P.*

CARTERA DE AREAS Y VOLUMENES K0 + 000 A K0 + 200

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)	Area Sección (m2)	Corte	Corte	Terraplen	Terraplen
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
		1			6.366	4.285		
31		1	4.302					
		1			6.415	4.243	0.018	
32		1	4.298					
		1			6.53	4.254		
33		1	4.251					
		1			6.595	4.147		
34		1	4.199					
		1			6.673	4.308		
35		1	4.137					
		1			6.707	4.028	0.016	
36		0.773	4.033					
					5.168	3.005	0.035	
PT	36.773		3.938	0.001				
		2.227			21.616	12.201	0.142	0.003
			3.688					
40		9.306			62.721	30.775	0.245	0.003
			3.011	0.001				
49.306		0.694			4.615	2.048	0.07	0.001
			2.98	0.001				
50		5.573			37.379	15.948	0.693	0.028
			3.411					
55.573		4.427			29.458	13.357		
			4.185					
60		1.84			11.749	7.257	0.003	
			3.768					
61.84		8.36			52.379	23.61	1.268	0.04
			2.637					
70		10			66.027	26.964	2.486	0.084
			2.826					
80		9.13			62.669	26.982	0.101	
			2.836					
89.13		0.87			5.852	2.351	0.081	0.001
			2.716	0.003				
90		5.397			34.962	15.804	0.582	0.007
			3.027	0.015				
95.397		4.603			28.885	13.998	0.544	0.018
			2.966	0.016				
100		1.663			10.353	4.881	0.403	0.027
			3.15					
101.663		8.337			53.676	34.374	0.365	0.006
			4.093					
110		4.197			26.265	13.22	0.834	0.149
			2.675	0.062				
PC	114.197	0.803			4.808	2.102	0.37	0.04
			2.667	0.029				
115		1			5.983	2.594	0.476	0.017
			2.649	0.006				
116		1			5.986	2.576	0.48	0.004
			2.633	0.004				
117		1			5.99	2.546	0.54	0.009
			2.607	0.01				
118		1			6.029	2.503	0.51	0.015

*Handwritten signature*

CARTERA DE AREAS Y VOLUMENES K0 + 000 A K0 + 200

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)	Area Sección (m2)	Corte	Corte	Terraplen	Terraplen
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	119		2.517	0.01				
		1			6.008	2.47	0.513	0.016
	120		2.524	0.015				
		1			6.045	2.483	0.534	0.022
	121		2.532	0.024				
		1			6.104	2.469	0.566	0.035
	122		2.538	0.033				
		1			6.206	2.503	0.581	0.045
	123		2.538	0.042				
		1			6.363	2.512	0.562	0.04
	124		2.541	0.03				
		1			6.524	2.481	0.376	0.028
	125		2.487	0.031				
		1			6.423	2.458	0.454	0.022
	126		2.547	0.007				
		1			6.792	2.558	0.206	0.004
	127		2.6					
		1			7.086	2.607		
	128		2.623					
		1			7.072	2.632		
	129		2.641					
		1			7.125	2.658	0.001	
	130		2.668					
		1			7.022	2.623	0.056	0.001
	131		2.597					
		1			6.959	2.609	0.063	0.001
	132		2.654					
		1			6.909	2.682	0.102	
	133		2.736					
		1			6.934	2.794	0.014	
	134		2.879					
		1			6.844	2.947	0.014	
	135		3.007					
		1			6.676	3.047	0.072	0.001
	136		3.126	0.002				
		1			6.59	3.195	0.126	0.002
	137		3.202					
		1			6.718	3.431	0.003	
	138		3.550					
		1			6.855	3.645	0.023	
	139		3.754					
		1			6.532	3.795	0.002	
	140		3.839					
		1			6.387	3.891		
	141		3.946					
		1			6.396	3.976	0.029	
	142		4.019					
		1			6.438	3.904	0.045	
	143		3.986					
		1			6.41	4.062		
	144		4.179					
		1			6.325	4.249	0.001	
	145		4.327					

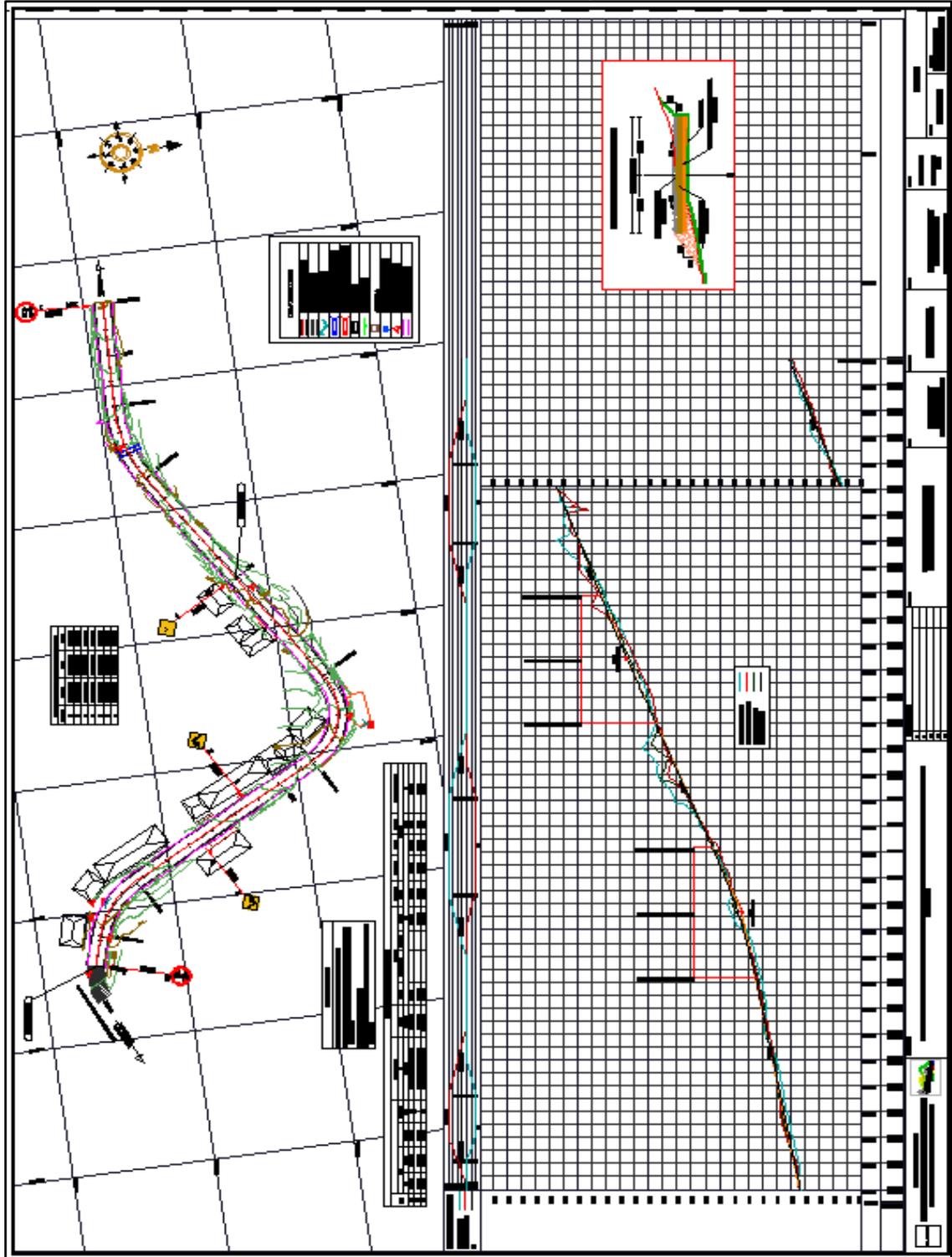
*José R. Ríos*

CARTERA DE ÁREAS Y VOLUMENES ED + 000 A ED + 200

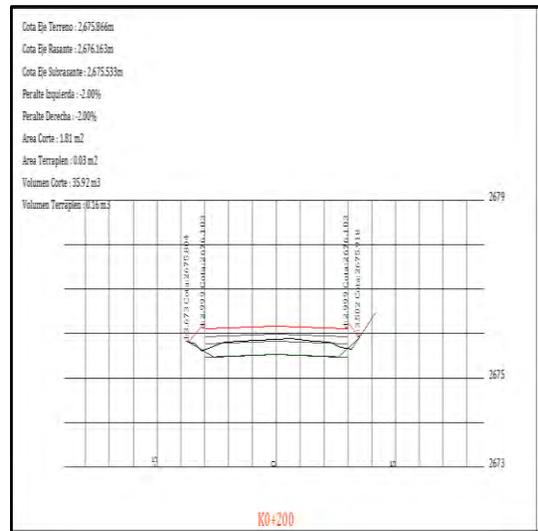
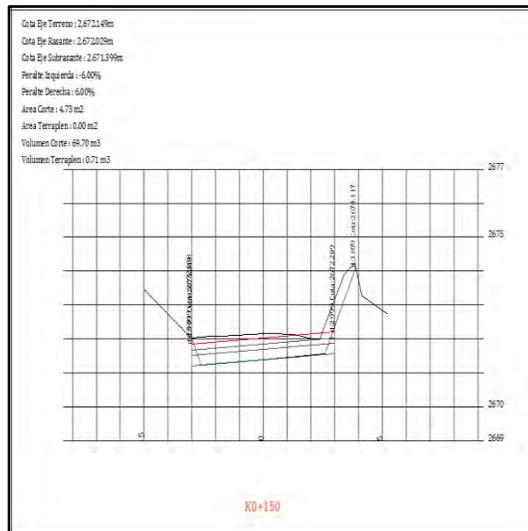
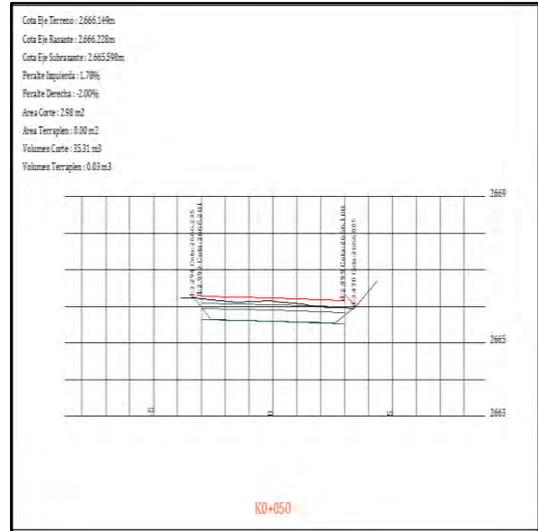
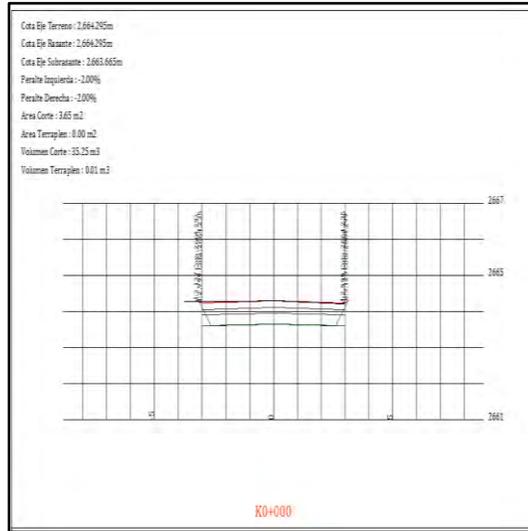
Tipo	Anchura	Longitud	Área Servicio (m2)	Área Servicio (m2)	Corte	Corte	Terraplen	Terraplen
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Área Planta (m2)	Volumen (m3)	Área Planta (m2)	Volumen (m3)
		1			6.15	4.334	0.001	
146		1	4.297		6.021	4.301		
147		1	4.321		6.007	4.279	0.209	0.031
148		1	4.217		6.089	4.435		
149		1	4.792		6.998	4.831		
150		1	4.733		6.958	4.831	0.004	
151		1	4.485		6.958	4.831	0.004	
		0.369			2.525	1.643		
PT	151.369	8.031	4.185		56.914	63.404	2.699	0.707
		1.903	11.348		26.864	35.508	0.023	
		163.902	7.026		38.594	38.802	2.527	3.091
		170	9.268		1.148	1.57		
		0.169	9.406		41.232	49.461	0.116	0.002
		176.435	5.02		22.229	13.169	0.625	0.049
		180	3.196		67.695	27.971	1.056	0.059
		30	1.855	0.061	51.221	15.056	21.126	5.176
		30	1.83	0.03				
		200	1.83	0.03				
Total Volumenes :						757.53		7.805

  
 ING. JAIME LEONARDO ROMO TAPIA  
 M.P. 52202145192NRA

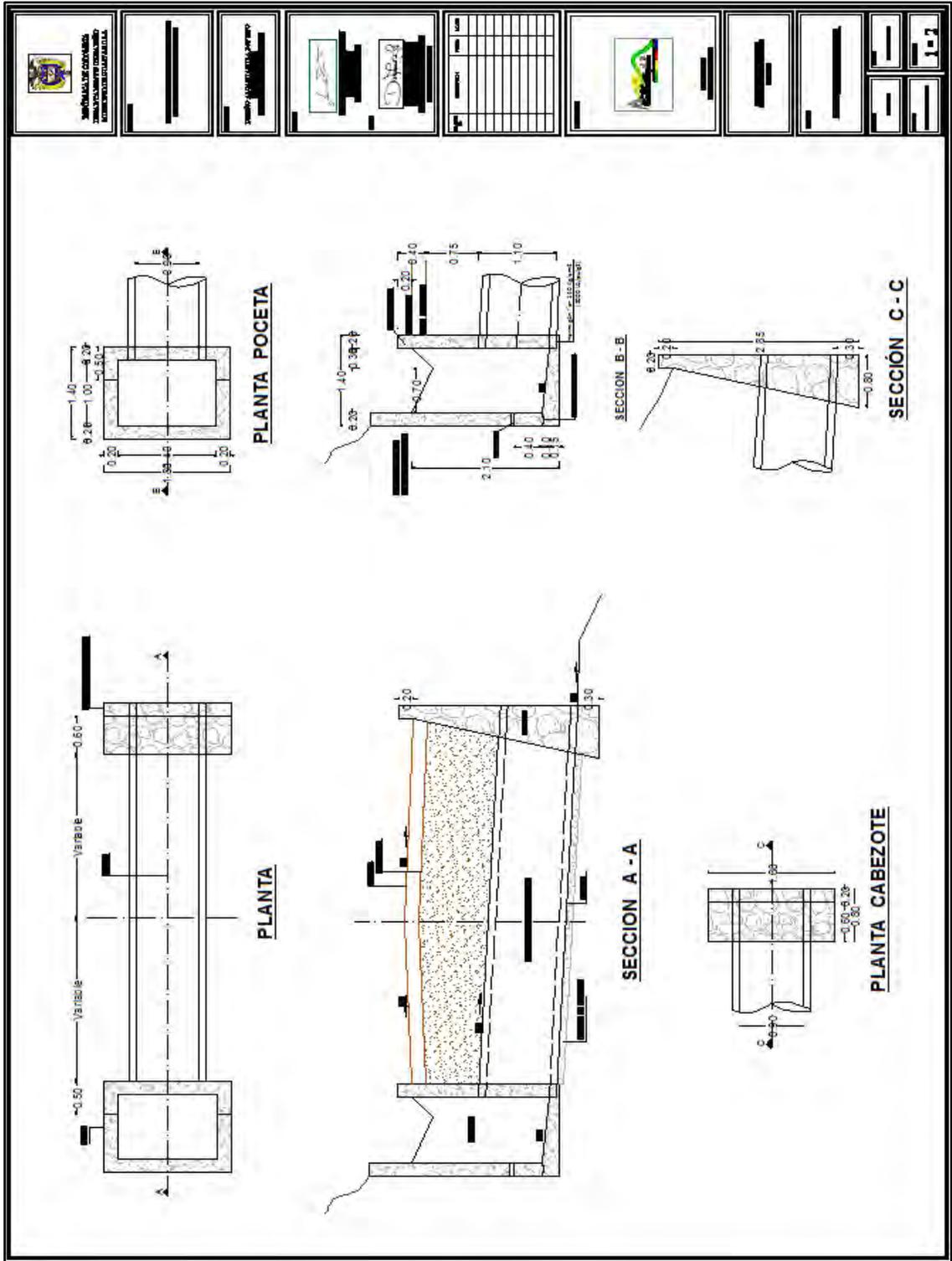
Plano Diseño Geométrico Guaitarilla – Arrayanes K0+000 – K0+200



## Esquemas secciones tipo diseño geométrico K0+000 – K0+200



## Anexo B. Plano Alcantarilla tipo 36"





## **Anexo C. Ensayos de campo y laboratorios**

- Resumen ensayos de laboratorio
- Análisis Apique 1
- Análisis Apique 2
- Ensayo de compresión inconfiada Apique 2
- Ensayo de corte directo Apique 2
- Ensayo Penetrómetro dinámico de cono PDC-CBR deducido
- Análisis Granulométrico Trinchera 1
- Ensayo corte directo trinchera T-1

Resumen ensayos de laboratorio

Exploración No.	Prof. (m)	Descripción	Humedad		Granulom.		Límites LL - Ip	Clasificación U.S.C.	Resistencia sin drenar Qu (Kcm <sup>2</sup> )	P. Unitario (Ton/m <sup>2</sup> )		Corte Directo		
			(%)	No. 4	No. 200	Seco				Húmedo	c (Kcm <sup>2</sup> )	φ (°)		
A - 1	0.70	LIMO POCO PLÁSTICO COLOR CAFÉ GRISACEO	38.59	100.00	89.47		41.16 - 3.42	ML						
	1.00	LIMO POCO PLÁSTICO COLOR CAFÉ ROJIZO	35.90	100.00	88.15		33.17 - 4.67	ML						
	1.60	LIMO POCO PLÁSTICO COLOR CAFÉ ROJIZO Y VETAS NEGRAS	34.02	100.00	87.06		36.06 - 2.80	ML						
A - 2	0.15	GRAVA LIMOSA COLOR GRIS	8.72	46.33	17.35		23.18 - 3.17	GM						
	1.00	LIMO POCO PLÁSTICO COLOR CAFÉ OSCURO	36.68	100.00	88.64		39.31 - 6.69	MIL						
	1.90	LIMO POCO PLÁSTICO COLOR CAFÉ CON TABACO	53.23	100.00	93.87		49.12 - 3.99	MIL			1.28	1.80	0.32	9.40
	1.90								0.06		1.21	1.64		

**Suelos Geotécnicos y cimentaciones** RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIO GEOTÉCNICO VIAL PARA VERIFICACIÓN CONSTRUCCIÓN  
PAVIMENTO VÍA GUATARILLA - ARRAYANES

FECHA: OTUBRE 19 DE 2015



## Análisis Granulométrico Apique A1



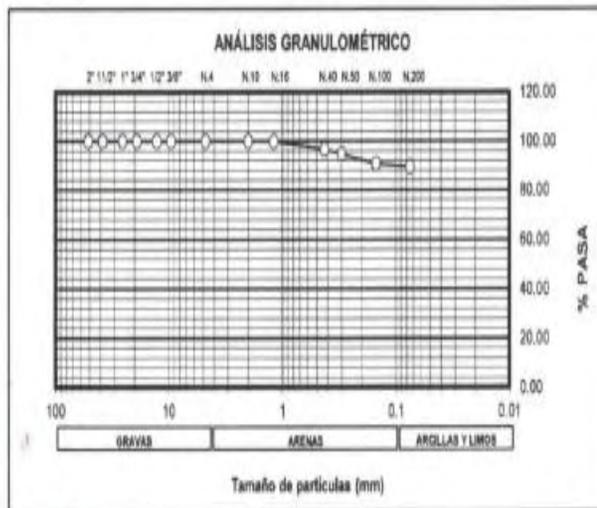
**Laboratorio**

Granulometría y Límites de Atterberg

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD**  
 NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

<b>PROYECTO:</b>	ESTUDIO GEOTÉCNICO VIAL PARA VERIFICACIÓN CONSTRUCCIÓN PAVIMENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES	<b>FECHA:</b> OCT-19-2015
<b>SOLICITANTE:</b>	ING. JOHN JAIRO GALINDEZ Contratista del proyecto.	
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO	<b>CLASIFICACIÓN:</b>
<b>REFERENCIA:</b>	APIQUE A-1 PROFUNDIDAD = 0.70 m	U.S.C.: <b>ML</b>
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	LIMO POCO PLASTICO COLOR CAFE GRISACEO	AASHTO:

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0	0.00	100.00
No. 10	2	0	0.00	100.00
No. 16	1.19	0.3	0.18	99.82
No. 40	0.425	5.5	3.22	96.61
No. 50	0.3	3.5	2.05	94.56
No. 100	0.15	6.7	3.92	90.64
No. 200	0.075	2	1.17	89.47



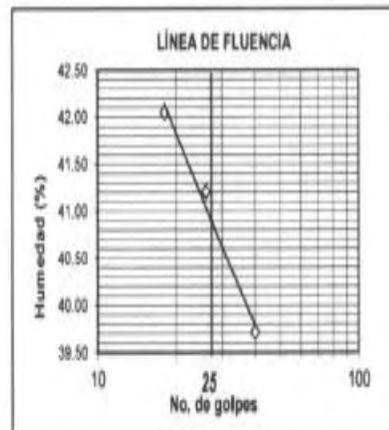
**Peso Antes (gr):** 171  
**Peso Después (gr):** 18



	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	HUMEDAD
--	----------------	-----------------	---------

No. REC.	13	14	15	16	17	1
P1 (gr)	82.93	85.19	88.77	41.61	41.57	67.95
P2 (gr)	59.88	61.56	64.96	31.71	31.42	50.44
P3 (gr)	5.06	4.21	5.01	5.03	4.98	5.06
% HUMEDAD	42.05	41.20	39.72	37.11	38.39	38.59
No. GOLPES	18	26	40			

Limite líquido =	41.16
Limite plástico =	37.75
Índice de plasticidad =	3.42



*Andrés Hillón S.*  
 Ingeniero Civil

**LABORATORISTA:** M.P. 52202-156005 NARIÑO



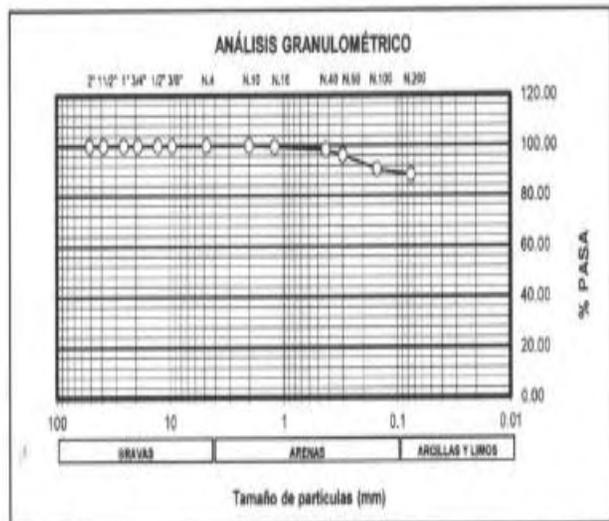
**Laboratorio**

Granulometría y Límites de Atterberg

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD**  
**NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.**

<b>PROYECTO :</b>	ESTUDIO GEOTÉCNICO VIAL PARA VERIFICACION CONSTRUCCION PAVIMENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES	<b>FECHA :</b>	OCT-19-2015
<b>SOLICITANTE:</b>	ING. JOHN JAIRO GALINDEZ Contratista del proyecto.		
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO	<b>CLASIFICACION:</b>	
<b>REFERENCIA:</b>	APIQUE A-1 PROFUNDIDAD = 1.00 m	<b>U.S.C.:</b>	ML
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	LIMO POCO PLASTICO COLOR CAFE ROJIZO	<b>AASHTO :</b>	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0	0.00	100.00
No. 10	2	0	0.00	100.00
No. 16	1.19	0.7	0.42	99.58
No. 40	0.425	2.2	1.31	98.27
No. 50	0.3	3.7	2.20	96.07
No. 100	0.15	9.6	5.71	90.36
No. 200	0.075	3.7	2.20	88.15



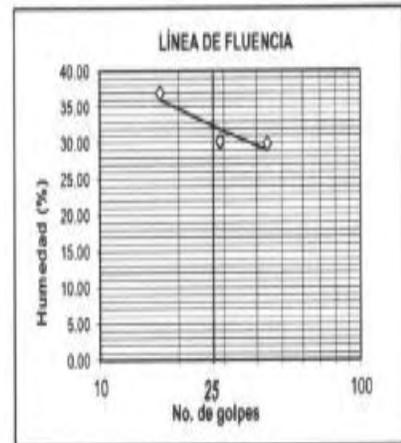
Peso Antes (gr): 168  
 Peso Después (gr): 19.9



	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	HUMEDAD
--	----------------	-----------------	---------

No. REC.	35	36	37	38	39	29
P1 (gr)	62.28	65.94	68.34	33.74	33.52	67.91
P2 (gr)	46.81	51.81	53.77	27.36	27.19	51.25
P3 (gr)	4.96	4.94	5.02	4.97	4.99	4.84
% HUMEDAD	36.97	30.15	29.89	28.49	28.51	35.90
No. GOLPES	17	29	44			

Límite líquido =	33.17
Límite plástico =	28.50
Índice de plasticidad =	4.67



Andrés Billón S.  
 Ingeniero Civil  
 M.P. 52202-15696 NRR.

LABORATORISTA: \_\_\_\_\_



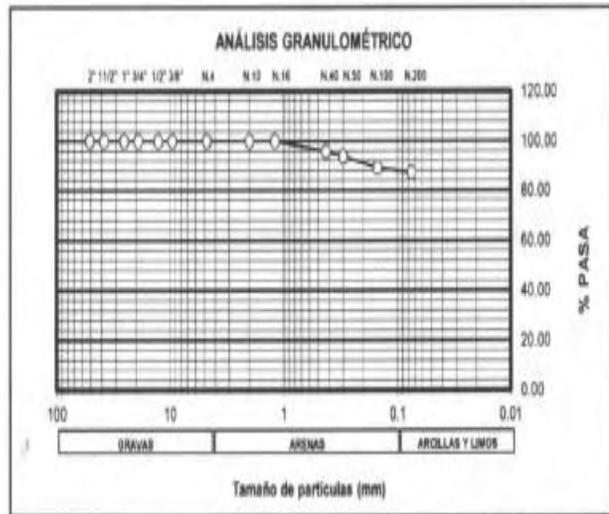
**Laboratorio**

Granulometría y Límites de Atterberg

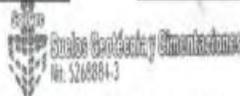
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD**  
 NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

<b>PROYECTO :</b>	ESTUDIO GEOTÉCNICO VIAL PARA VERIFICACIÓN CONSTRUCCIÓN PAVIMENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES	<b>FECHA :</b>	OCT-19-2015
<b>SOLICITANTE:</b>	ING. JOHN JAIRO GALINDEZ Contratista del proyecto.		
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	VIA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO	<b>CLASIFICACION:</b>	
<b>REFERENCIA:</b>	APIQUE A-1 PROFUNDIDAD = 1.60 m	<b>U.S.C.:</b>	ML
<b>DESCRIPCION:</b>	LIMO POCO PLASTICO COLOR CAFE ROJIZO Y VETAS NEGRAS	<b>AASHTO :</b>	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0	0.00	100.00
No. 10	2	0	0.00	100.00
No. 16	1.19	0.1	0.06	99.94
No. 40	0.425	7.2	4.24	95.71
No. 50	0.3	3.5	2.06	93.65
No. 100	0.15	7.6	4.47	89.18
No. 200	0.075	3.6	2.12	87.06



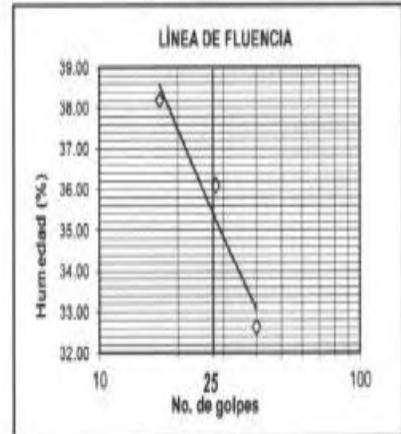
Peso Antes (gr): 170  
 Peso Después (gr): 22



	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
--	----------------	-----------------	---------

No. REC.	7	9	10	11	12	30
P1 (gr)	73.92	76.52	78.57	38.28	38.16	70.43
P2 (gr)	54.90	57.56	60.24	29.99	29.88	53.82
P3 (gr)	5.10	5.03	4.06	5.04	5.01	4.99
% HUMEDAD	38.19	36.09	32.63	33.23	33.29	34.02
No. GOLPES	17	28	40			

Límite líquido =	36.06
Límite plástico =	33.26
Índice de plasticidad =	2.80



Andrés Hillón S.  
 Ingeniero Civil  
 M.P. 52202-156096 NARIÑO.

LABORATORISTA: \_\_\_\_\_

## Análisis Granulométrico Apique A-2

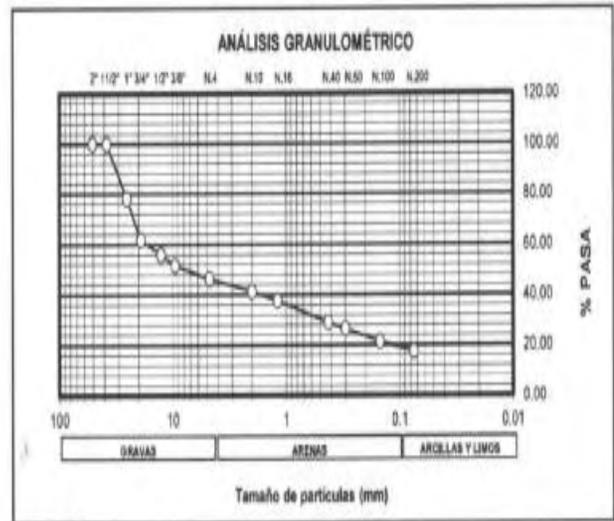


**Laboratorio**  
Granulometría y Límites de Atterberg

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD**  
NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

<b>PROYECTO:</b>	ESTUDIO GEOTÉCNICO VIAL PARA VERIFICACIÓN CONSTRUCCIÓN PAVIMENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES	<b>FECHA:</b> OCT-19-2015
<b>SOLICITANTE:</b>	ING. JOHN JAIRO GALINDEZ Contratista del proyecto.	
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO	<b>CLASIFICACIÓN:</b>
<b>REFERENCIA:</b>	APIQUE A-2 PROFUNDIDAD = 0.15 m	U.S.C.: <b>GM</b>
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	GRAVA LIMOSA COLOR GRIS	AASHTO:

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	42.9	21.89	78.11
3/4"	19.05	32.2	16.43	83.57
1/2"	12.7	11.4	5.82	94.18
3/8"	9.525	8.7	4.44	95.56
No. 4	4.75	10	5.10	94.90
No. 10	2	10	5.10	94.90
No. 16	1.19	7.1	3.62	96.38
No. 40	0.425	16.6	8.47	91.53
No. 50	0.3	5.4	2.76	97.24
No. 100	0.15	10	5.10	94.90
No. 200	0.075	7.7	3.93	96.07



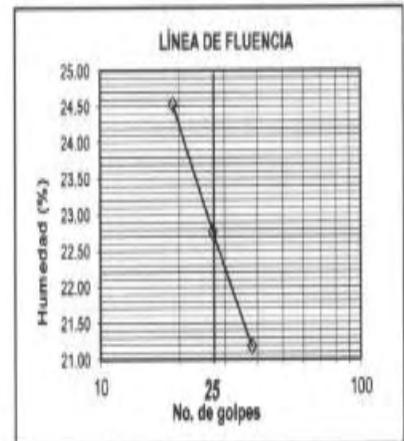
**Peso Antes (gr):** 196  
**Peso Después (gr):** 162



	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
--	----------------	-----------------	---------

No. REC.	50	51	52	53	55	2
P1 (gr)	56.00	58.09	60.48	31.23	31.41	87.74
P2 (gr)	45.94	48.25	50.79	26.84	27.04	81.10
P3 (gr)	4.93	5.02	5.04	5.10	5.01	4.95
% HUMEDAD	24.53	22.76	21.18	20.19	19.84	8.72
No. GOLPES	19	27	38			

Limite líquido =	23.18
Limite plástico =	20.01
Índice de plasticidad =	3.17



*Andrés Hillón S.*  
Ingeniero Civil  
M.P. 52202-156095 NRR.

LABORATORISTA:



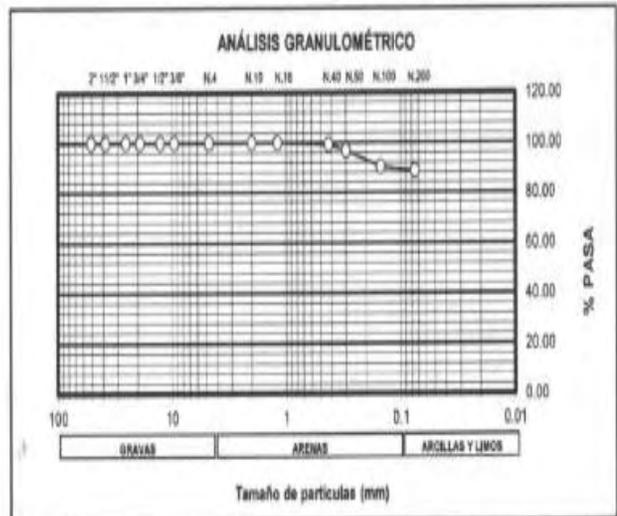
# Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO:	ESTUDIO GEOTÉCNICO VIAL PARA VERIFICACIÓN CONSTRUCCION PAVIMENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES	FECHA:	OCT-19-2015
SOLICITANTE:	ING. JOHN JAIRO GALINDEZ Contratista del proyecto.		
LOCALIZACIÓN:	VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO	CLASIFICACIÓN:	
REFERENCIA:	APIQUE A-2 PROFUNDIDAD = 1.00 m	U.S.C.:	ML
DESCRIPCIÓN:	LIMO POCO PLÁSTICO COLOR CAFÉ OSCURO	AASHTO:	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET. (gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0	0.00	100.00
No. 10	2	0	0.00	100.00
No. 16	1.19	0.1	0.07	99.93
No. 40	0.425	0.9	0.64	99.29
No. 50	0.3	3.4	2.43	96.86
No. 100	0.15	9.2	6.57	90.29
No. 200	0.075	2.3	1.64	88.64



Peso Antes (gr): 140  
Peso Después (gr): 15.9



	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
--	----------------	-----------------	---------

No. REC.	40	41	42	43	44	4
P1 (gr)	75.72	77.28	81.05	42.19	42.33	75.20
P2 (gr)	55.20	57.11	60.30	33.52	32.70	56.36
P3 (gr)	5.17	5.04	5.01	5.06	5.01	5.00
% HUMEDAD	41.02	38.74	37.53	30.46	34.78	36.68
No. GOLPES	17	26	42			

Límite líquido =	39.31
Límite plástico =	32.62
Índice de plasticidad =	6.69



Andrés Hillón S.  
Ingeniero Civil  
M.P. 52202-156096 NRR.

LABORATORISTA:



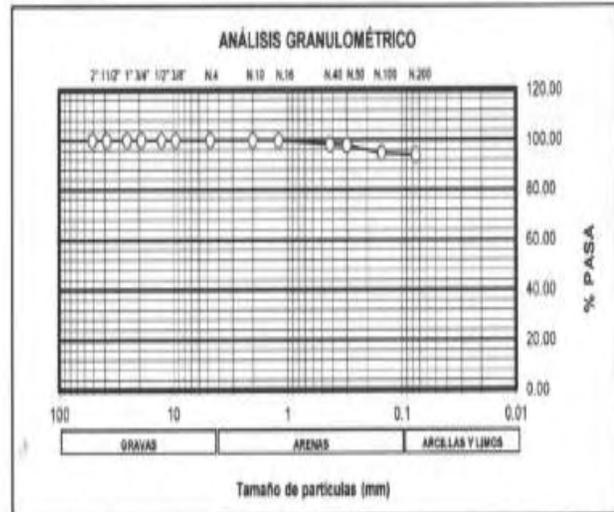
**Laboratorio**

Granulometría y Límites de Atterberg

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD**  
**NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.**

<b>PROYECTO:</b>	ESTUDIO GEOTÉCNICO VIAL PARA VERIFICACIÓN CONSTRUCCIÓN PAVIMENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES	<b>FECHA:</b>	OCT-19-2015
<b>SOLICITANTE:</b>	ING. JOHN JAIRO GALINDEZ Contratista del proyecto.		
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO	<b>CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>REFERENCIA:</b>	APIQUE A-2 PROFUNDIDAD = 1,90 m	<b>U.S.C.:</b>	ML
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	LIMO POCO PLÁSTICO COLOR CAFÉ CON TABACO	<b>AASHTO:</b>	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0	0.00	100.00
No. 10	2	0	0.00	100.00
No. 16	1.19	0.3	0.21	99.79
No. 40	0.425	2.3	1.62	98.17
No. 50	0.3	0.5	0.35	97.82
No. 100	0.15	4.3	3.03	94.79
No. 200	0.075	1.3	0.92	93.87

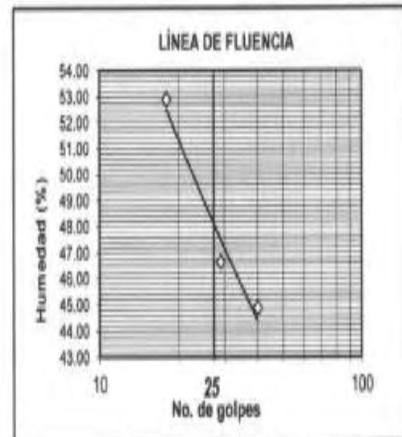


Peso Antes (gr): 142  
 Peso Después (gr): 8.7



	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
--	----------------	-----------------	---------

No. REC.	1	2	3	5	6	34
P1 (gr)	49.30	57.96	63.55	36.73	36.38	65.90
P2 (gr)	33.98	41.12	45.46	26.67	26.77	44.73
P3 (gr)	5.01	5.01	5.14	4.92	4.93	4.96
% HUMEDAD	52.88	46.64	44.87	46.25	44.00	53.23
No. GOLPES	18	29	40			



Límite líquido =	49.12
Límite plástico =	45.13
Índice de plasticidad =	3.99

Andrés Hillón S.  
 Ingeniero Civil  
 M.P. 52202-156096 NRR.

LABORATORISTA: \_\_\_\_\_



## Ensayo de corte directo Apique 2



**Laboratorio**

Corte Directo UU.

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UU)

INV E-154-07

<b>PROYECTO :</b>	ESTUDIO GEOTÉCNICO VIAL PARA VERIFICACIÓN CONSTRUCCIÓN PAVIMENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES
<b>SGLICITANTE:</b>	ING. JOHN JAIRO GALINDEZ Contratista del proyecto.
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO
<b>REFERENCIA:</b>	APIQUE A-2 PROFUNDIDAD = 1.90 m
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE 19 DE 2015

	CARGA No. 1	CARGA No. 2	CARGA No. 3	
<b>CARGA (Kg)</b>	15.95	31.50	53.00	
<b>ESFUERZO NORMAL(Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	0.81	1.60	2.70	
<b>DIÁMETRO (cm)</b>	5.00	5.00	5.00	
<b>ALTURA (cm)</b>	2.25	2.26	2.25	
<b>VOLUMEN (cm<sup>3</sup>)</b>	44.18	44.37	44.18	
<b>PESO HÚMEDO (gr)</b>	75.06	82.15	82.36	
<b>PESO SECO (gr)</b>	53.09	58.55	58.78	PROMEDIO
<b>HUMEDAD (%)</b>	41.38	40.31	40.12	40.60
<b>PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m<sup>3</sup>)</b>	1.70	1.85	1.86	1.80
<b>PESO UNITARIO SECO (Ton/m<sup>3</sup>)</b>	1.20	1.32	1.33	1.28

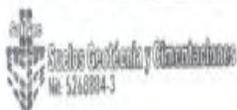


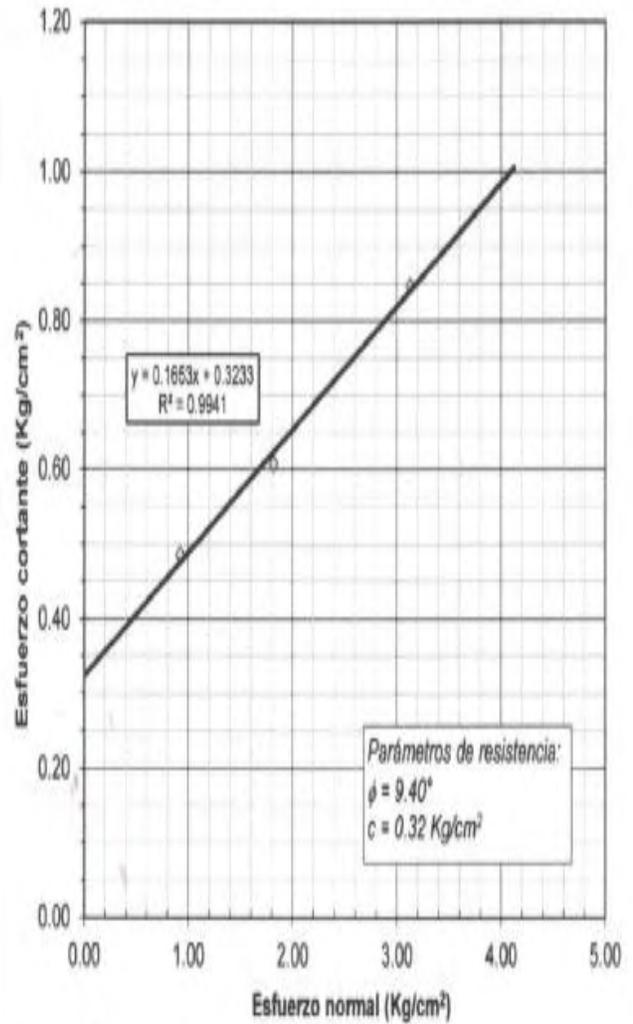
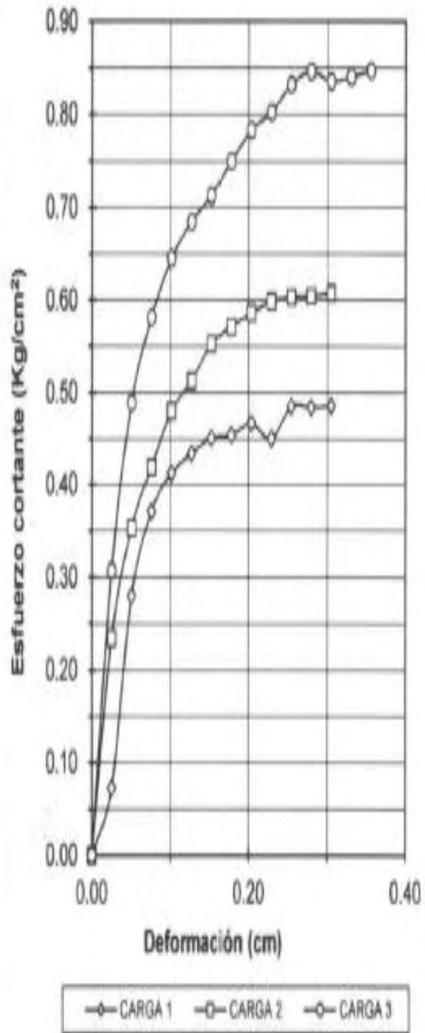


**Laboratorio**  
Corte Directo UU.

D. HORIZONTAL 10°-3°	CARGA 1				CARGA 2				CARGA 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0	0	0.000	0.812	0.000	0	0.000	1.604	0.000	0	0.000	2.699	0.000
10	31.9	0.025	0.821	0.072	103.1	0.025	1.621	0.234	135.2	0.025	2.727	0.307
20	121.9	0.051	0.829	0.279	153.8	0.051	1.637	0.353	213.2	0.051	2.755	0.489
30	160.0	0.076	0.838	0.371	180.9	0.076	1.654	0.419	250.9	0.076	2.783	0.581
40	176.2	0.102	0.846	0.412	205.1	0.102	1.672	0.480	275.8	0.102	2.812	0.645
50	183.5	0.127	0.855	0.434	216.8	0.127	1.689	0.513	289.5	0.127	2.842	0.685
60	188.5	0.152	0.864	0.450	231.3	0.152	1.707	0.553	298.5	0.152	2.872	0.713
70	187.9	0.178	0.873	0.454	236.6	0.178	1.725	0.571	310.4	0.178	2.902	0.750
80	191.1	0.203	0.883	0.466	240.0	0.203	1.743	0.586	320.9	0.203	2.933	0.783
90	182.4	0.229	0.892	0.450	242.6	0.229	1.762	0.598	325.2	0.229	2.964	0.802
100	194.4	0.254	0.902	0.485	242.1	0.254	1.781	0.604	333.8	0.254	2.996	0.832
110	191.9	0.279	0.911	0.484	239.8	0.279	1.800	0.604	335.9	0.279	3.028	0.846
120	190.5	0.305	0.921	0.485	238.6	0.305	1.819	0.608	328.1	0.305	3.061	0.836
130									326.5	0.330	3.094	0.841
140									325.4	0.356	3.128	0.847
150												
160												
170												
180												
190												
200												

- 1: Dial de carga
- 2: Deformación horizontal (cm)
- 3: Esfuerzo normal (Kg/cm<sup>2</sup>)
- 4: Esfuerzo de corte (Kg/cm<sup>2</sup>)









# Ensayos de Campo

PROCESAMIENTO DE DATOS DE ENsayOS DE CAMPO

D.C.P. No. 2

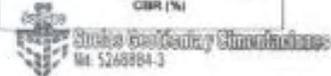
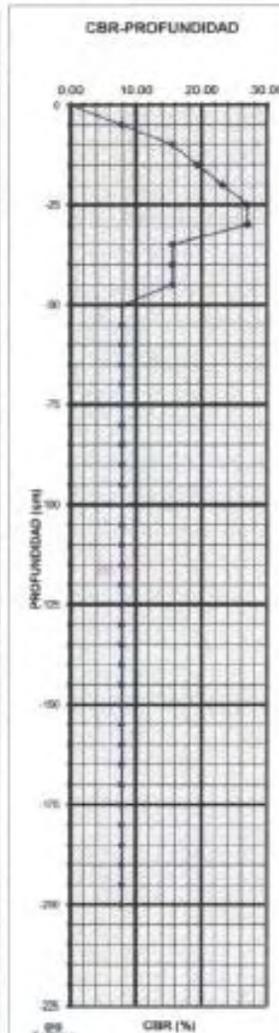
**PROYECTO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO VIAL PARA VERIFICACIÓN CONSTRUCCIÓN

PAVIMENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES

**SOLICITANTE:** ING. JOHN JAIRO GALINDEZ Contratista del proyecto

**LOCALIZACIÓN** VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO **FECHA:** OCTUBRE 19 DE 2015

PROF. (cm)	No.DE GOLPES	INDICE DCP	CBR (%)	CBR PROMEDIO
0	0	0.00	0.00	
-5	2	25.00	7.81	
-10	4	12.50	15.51	
-15	5	10.00	19.34	
-20	6	8.33	23.17	
-25	7	7.14	26.99	
-30	7	7.14	26.99	
-35	4	12.50	15.51	
-40	4	12.50	15.51	
-45	4	12.50	15.51	
-50	2	25.00	7.81	15.83
-55	2	25.00	7.81	
-60	2	25.00	7.81	
-65	2	25.00	7.81	
-70	2	25.00	7.81	
-75	2	25.00	7.81	
-80	2	25.00	7.81	
-85	2	25.00	7.81	
-90	2	25.00	7.81	
-95	2	25.00	7.81	
-100	2	25.00	7.81	7.81
-105	2	25.00	7.81	
-110	2	25.00	7.81	
-115	2	25.00	7.81	
-120	2	25.00	7.81	
-125	2	25.00	7.81	
-130	2	25.00	7.81	
-135	2	25.00	7.81	
-140	2	25.00	7.81	
-145	2	25.00	7.81	
-150	2	25.00	7.81	7.81
-155	2	25.00	7.81	
-160	2	25.00	7.81	
-165	2	25.00	7.81	
-170	2	25.00	7.81	
-175	2	25.00	7.81	
-180	2	25.00	7.81	
-185	2	25.00	7.81	
-190	2	25.00	7.81	
-195	2	25.00	7.81	
-200	2	25.00	7.81	7.81



**OBSERVACIONES:**

Andrés Hillón S.  
Ingeniero Civil  
M.P. 52202-156095 NRR

**LABORATORISTA**

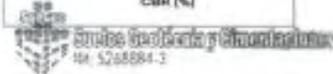
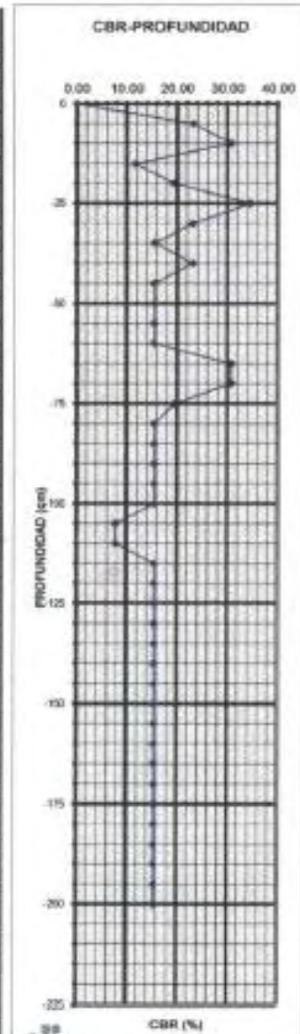


**PROYECTO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO VIAL PARA VERIFICACIÓN CONSTRUCCIÓN  
 PAVIMENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES

**SOLICITANTE:** ING. JOHN JAIRO GALINDEZ Contratista del proyecto

**LOCALIZACIÓN** VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO **FECHA:** OCTUBRE 19 DE 2015

PROF. (cm)	No.DE GOLPES	ÍNDICE DCP	CBR (%)	CBR PROMEDIO
0	0	0.00	0.00	
-5	6	8.33	23.17	
-10	8	6.25	30.80	
-15	3	18.87	11.68	
-20	5	10.00	19.34	
-25	9	5.98	34.61	
-30	6	8.33	23.17	
-35	4	12.50	15.51	
-40	6	8.33	23.17	
-45	4	12.50	15.51	
-50	4	12.50	15.51	19.31
-55	4	12.50	15.51	
-60	4	12.50	15.51	
-65	8	6.25	30.80	
-70	8	6.25	30.80	
-75	5	10.00	19.34	
-80	4	12.50	15.51	
-85	4	12.50	15.51	
-90	4	12.50	15.51	
-95	4	12.50	15.51	
-100	4	12.50	15.51	18.95
-105	2	25.00	7.81	
-110	2	25.00	7.81	
-115	4	12.50	15.51	
-120	4	12.50	15.51	
-125	4	12.50	15.51	
-130	4	12.50	15.51	
-135	4	12.50	15.51	
-140	4	12.50	15.51	
-145	4	12.50	15.51	
-150	4	12.50	15.51	13.97
-155	4	12.50	15.51	
-160	4	12.50	15.51	
-165	4	12.50	15.51	
-170	4	12.50	15.51	
-175	4	12.50	15.51	
-180	4	12.50	15.51	
-185	4	12.50	15.51	
-190	4	12.50	15.51	
-195	4	12.50	15.51	
-200	4	12.50	15.51	15.51



**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_

*Andrés Jillo S.*  
 Ingeniero Civil  
 M.P. 52202-156095 NRR.

**LABORATORISTA**



# Ensayos de Campo

Paralelepípedo de Carga Dinámica PDC

D.C.P. No. 4

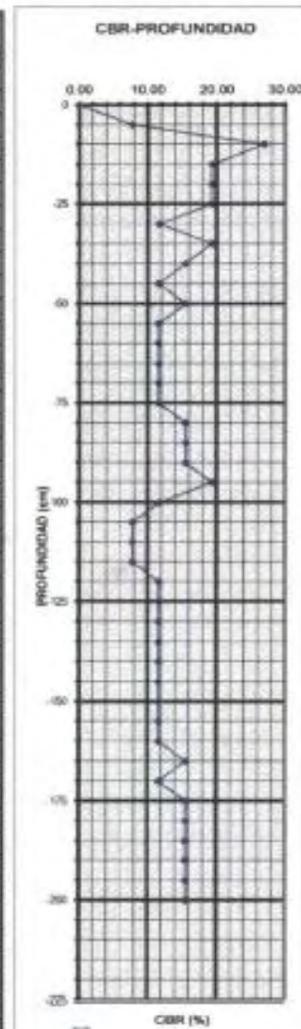
**PROYECTO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO VIAL PARA VERIFICACIÓN CONSTRUCCIÓN

PAVIMENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES

**SOLICITANTE:** ING. JOHN JAIRO GALINDEZ Contratista del proyecto.

**LOCALIZACIÓN** VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO **FECHA:** OCTUBRE 19 DE 2015

PROF. (cm)	No.DE GOLPES	ÍNDICE DCP	CBR (%)	CBR PROMEDIO
0	0	0.00	0.00	
-5	2	25.00	7.81	
-10	7	7.14	25.99	
-15	5	10.00	19.34	
-20	5	10.00	19.34	
-25	5	10.00	19.34	
-30	3	16.67	11.66	
-35	5	10.00	19.34	
-40	4	12.50	15.51	
-45	3	16.67	11.66	
-50	4	12.50	15.51	15.14
-55	3	16.67	11.66	
-60	3	16.67	11.66	
-65	3	16.67	11.66	
-70	3	16.67	11.66	
-75	3	16.67	11.66	
-80	4	12.50	15.51	
-85	4	12.50	15.51	
-90	4	12.50	15.51	
-95	5	10.00	19.34	
-100	3	16.67	11.66	13.56
-105	2	25.00	7.81	
-110	2	25.00	7.81	
-115	2	25.00	7.81	
-120	3	16.67	11.66	
-125	3	16.67	11.66	
-130	3	16.67	11.66	
-135	3	16.67	11.66	
-140	3	16.67	11.66	
-145	3	16.67	11.66	
-150	3	16.67	11.66	10.51
-155	3	16.67	11.66	
-160	3	16.67	11.66	
-165	4	12.50	15.51	
-170	3	16.67	11.66	
-175	4	12.50	15.51	
-180	4	12.50	15.51	
-185	4	12.50	15.51	
-190	4	12.50	15.51	
-195	4	12.50	15.51	
-200	4	12.50	15.51	14.35



**OBSERVACIONES:**



Solix Geotecnia y Construcciones  
No. 526084-3

Andrés Hillón S.  
Ingeniero Civil  
M.P. 52702-156096 NRR

**LABORATORISTA**

## Análisis Trinchera T-1



### LÍMITES DE CONSISTENCIA

<b>PROYECTO :</b>	ESTUDIO GEOTÉCNICO CONTRATO DE CONSULTORÍA M.C. 065-2013 MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES	<b>FECHA :</b> MAY-09-2013
<b>SOLICITANTE:</b>	ING. LEONARDO ROMO	
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	MUNICIPIO DE GUAITARILLA - NARIÑO	
<b>REFERENCIA:</b>	TRINCHERA T-1 PROFUNDIDAD = 4.00 m (Muro de contención)	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	LIMO MUY PÁSTICO COLOR CREMA CLARO	

#### LÍMITE LÍQUIDO

No. RECIPIENTE	24	79	17
P1 (gr)	7.10	7.77	7.88
P2 (gr)	6.31	6.75	6.85
P3 (gr)	4.99	5.04	4.98
No. GOLPES	15	25	39
% HUMEDAD	59.65	59.65	55.08



#### CLASIFICACIÓN

Limite líquido =	58.09
Limite plástico =	51.41
Índice de plasticidad =	6.67
U.S.C. =	MH
AASHTO =	

#### HUMEDAD

No. RECIPIENTE	30
P1 (gr)	31.19
P2 (gr)	19.38
P3 (gr)	4.99
% HUMEDAD	82.07

#### LÍMITE PLÁSTICO

No. RECIPIENTE	12	62
P1 (gr)	7.31	8.18
P2 (gr)	6.63	6.97
P3 (gr)	5.00	4.99
% HUMEDAD	41.72	61.11

**OBSERVACIONES:**

---



---



---

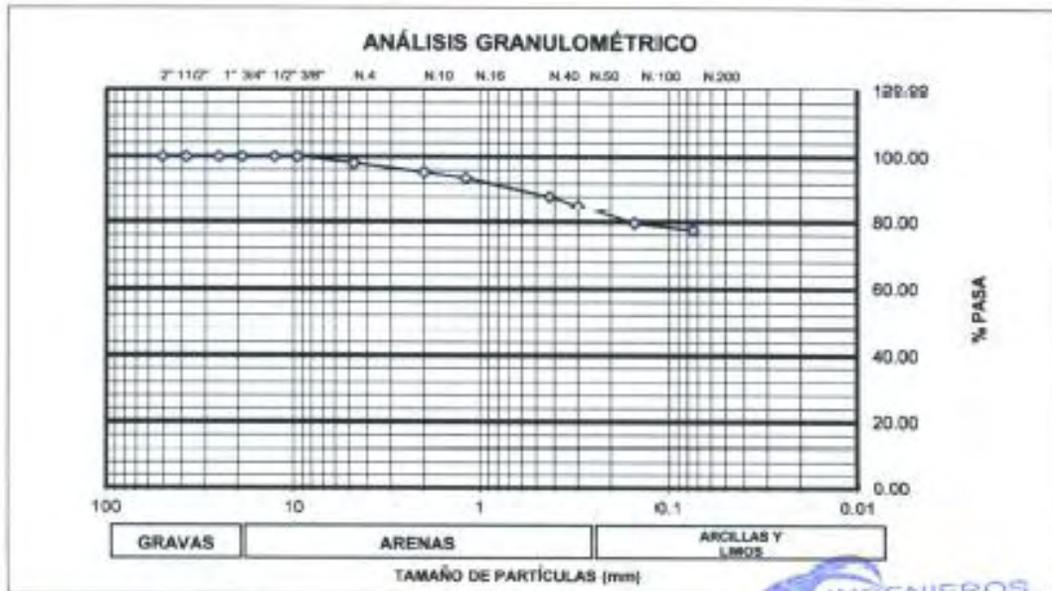
**LABORATORISTA:**



<b>PROYECTO:</b>	ESTUDIO GEOTÉCNICO CONTRATO DE CONSULTORÍA M.C. 065-2013 MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES	<b>FECHA:</b>	MAY-03-2013
<b>SOLICITANTE:</b>	ING. LEONARDO ROMO		
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	MUNICIPIO DE GUAITARILLA - NARIÑO		
<b>DEFINICIÓN:</b>	TRINCHERA Y 1 PROFUNDIDAD = 4,00 m (Muro de contención)	<b>CLASIFICACIÓN:</b>	MI

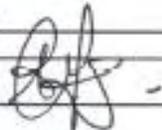
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	11	2.01	97.99
No. 10	2	14.1	2.58	95.40
No.16	1.19	10	1.83	93.57
No. 40	0.425	29.5	5.40	88.17
No. 50	0.3	15.1	2.95	85.22
No. 100	0.15	30	5.49	79.73
No. 200	0.075	11.7	2.14	77.58

Peso Antes (gr) 546  
Peso Después (gr) 122.1



OBSERVACIONES:

LABORATORISTA:



## Ensayo corte directo trinchera T-1

 <p style="font-size: small; margin: 0;">INGENIEROS CONSULTORES &amp; CONSTRUCTORES CALLE 15 N. 1000 SAN ALVARO DE PARÍ</p>	<p style="margin: 0;">CORTE DIRECTO ESTUDIO GEOTÉCNICO CONTRATO DE CONSULTORÍA M.C. 065-2013 MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VÍA GUAJARILLA - ARRAYANES</p>	<p style="margin: 0;">TRINCHERA T-1 PROF. = 4.00 m GUAJARILLA - NARIÑO</p>	
<h3>ENSAYO DE CORTE DIRECTO</h3>			
<b>PROYECTO:</b>	E.G. VÍA GUAJARILLA - ARRAYANES		
<b>SOLICITADO:</b>	ING. LEONARDO ROMO		
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	MUNICIPIO DE GUAJARILLA - NARIÑO		
<b>DESCRIPCIÓN:</b>			
<b>TIPO DE ENSAYO:</b>	SIN CONSOLIDAR SIN DRENAR	MAY-09-2013	

DATOS MUESTRA	CARGA No. 1	CARGA No. 2	CARGA No. 3
<b>CARGA (k)</b>	15.98	31.45	52.33
<b>ESF NORMAL(k/cm<sup>2</sup>)</b>	0.81	1.60	2.67
<b>DIÁMETRO (cm)</b>	5.00	5.00	5.00
<b>ALTURA(cm)</b>	2.30	2.40	2.40
<b>VOLUMEN (cm<sup>3</sup>)</b>	45.16	47.12	47.12
<b>PESO HÚMEDO (g)</b>	72.80	72.40	73.04
<b>PESO SECO (g)</b>	47.20	47.70	47.90
<b>PESO SATURADO (g)</b>			
<b>SATURACIÓN (%)</b>			
<b>HUMEDAD (%)</b>	54.24	51.78	52.48
<b>P.UNIT.HÚMEDO(t/m<sup>3</sup>)</b>	1.61	1.54	1.55
<b>P.UNITARIO.SECO(t/m<sup>3</sup>)</b>	1.05	1.01	1.02
<b>P.UNIT.SAT.(t/m<sup>3</sup>)</b>			

CONSOLIDACIÓN			
<b>DEF. INICIAL (cm)</b>			
<b>DEF. FINAL (cm)</b>			
<b>DECREMENTO(cm)</b>			

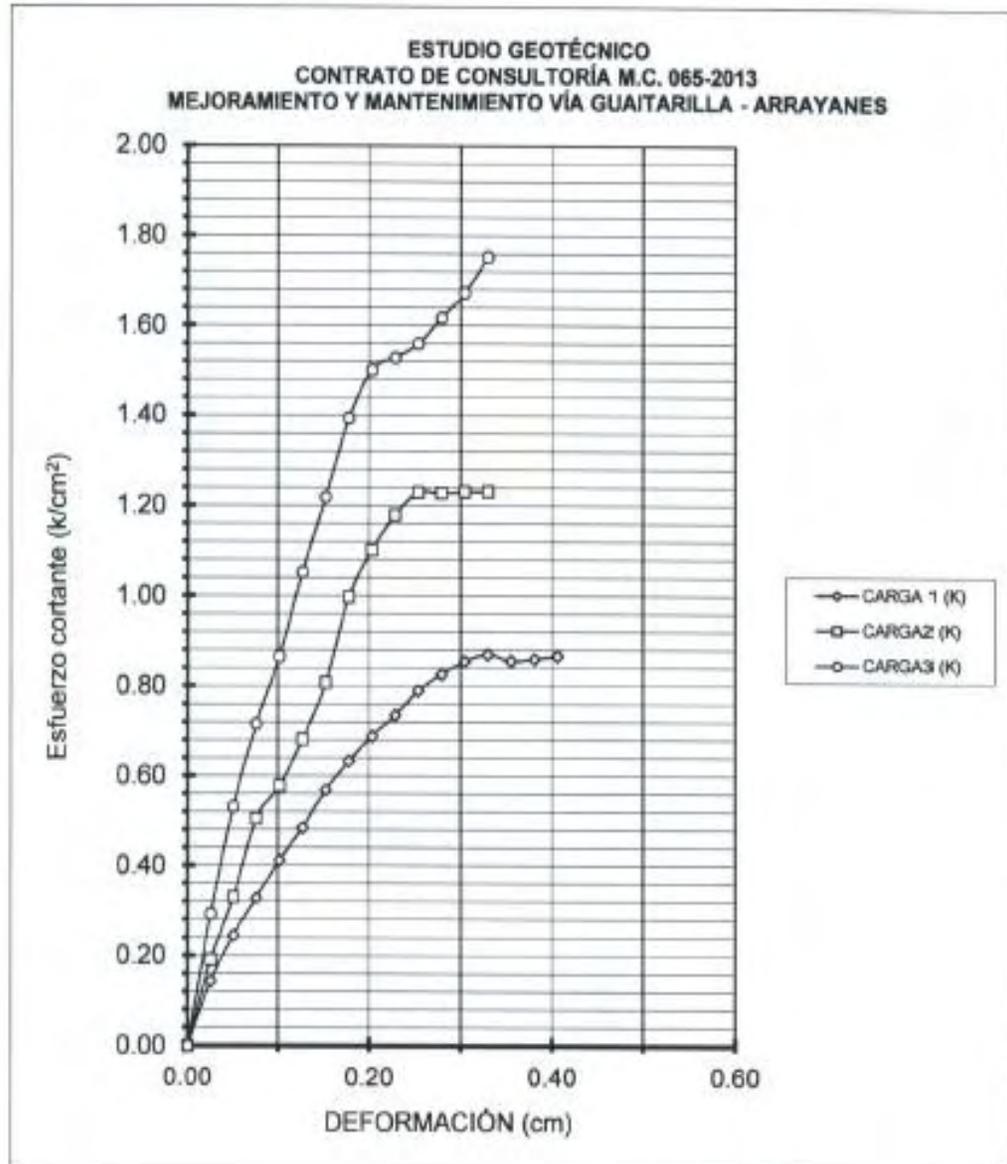


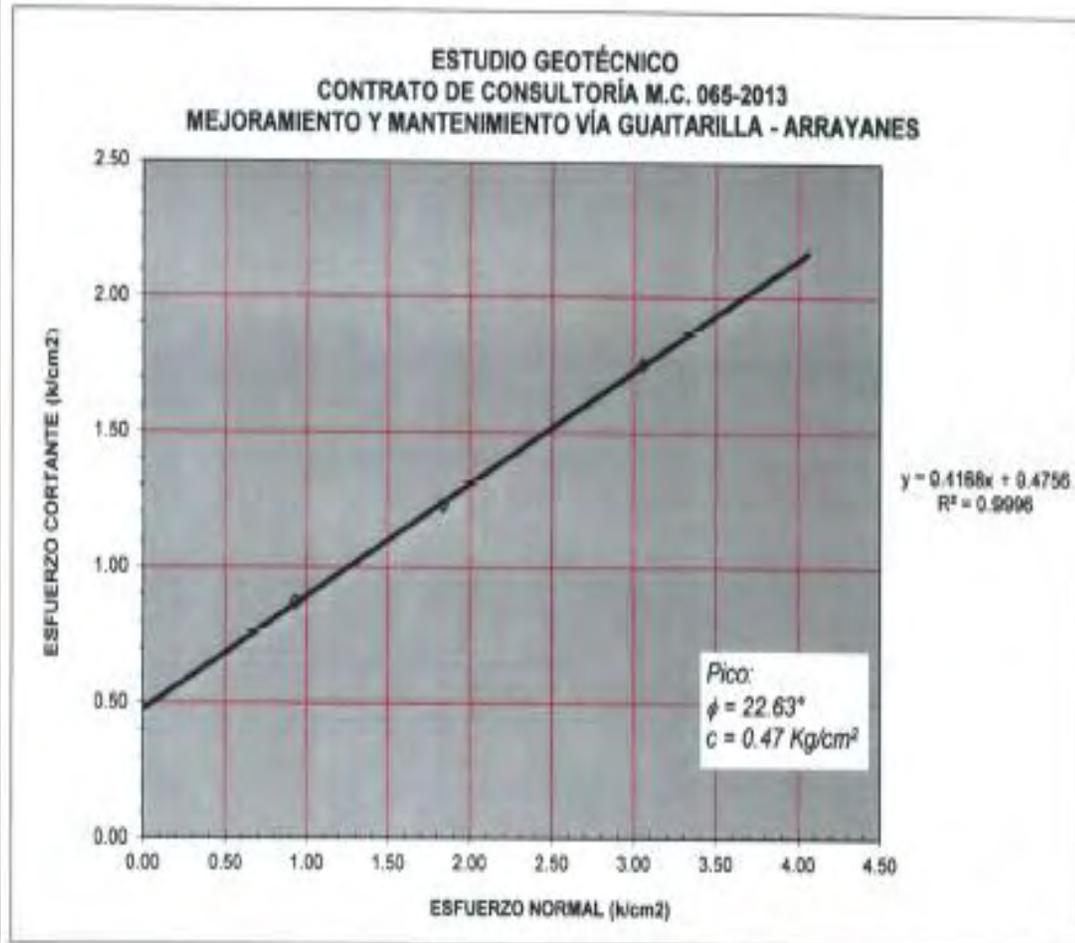
INGENIEROS  
CONSULTORES  
&  
CONSTRUCTORES  
CALLE 15 N. 1000 SAN ALVARO DE PARÍ











## **Anexo D. Análisis Pavimento en concreto rígido**

- Memoria diseño estructural pavimento K0+000 – K0+200
- Plano Detalles constructivos Pavimento en concreto hidráulico

Memoria diseño estructural pavimento K0+000 – K0+200

MUNICIPIO DE GUAJARILLA - DEPARTAMENTO DE NARIÑO	PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIA GUAJARILLA - ARRAYANES"	PÁGINA 36 DE 38
	<b>ANEXO A. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>	REVISION No. 0

**ANEXO 2. REPORTES DE CÁLCULO**

**REPORTE CALCULO METODO PCA**

DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS - METODO PCA  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
Software : BS-PCA

Datos :

Resistencia K del Apoyo : 59 Mpa/m  
Espesor Losa : 180 mm  
Modulo de Rotura : 4 Mpa  
Bermas : SI  
Pasadores : SI  
Factor de Seguridad Cargas : 1  
Factor de Mayoración Repeticiones : 1

Resultados :

Carga kN	Carga FS kN	Repeticiones Esperadas	Repeticiones Admisi_b_Fatiga	Consumo Fatiga %	Repeticiones Admisi_Erosion	Consumo Erosion %
-------------	-------------------	---------------------------	---------------------------------	------------------------	--------------------------------	-------------------------

EJES SIMPLES

Esfuerzo Equivalente: 1.6 Factor Esfuerzo: 0.3940 Factor Erosion: 2.5010

15.00	15.00	22,069	Inf	0.00	Inf	0.00
25.00	25.00	251,508	Inf	0.00	Inf	0.00
35.00	35.00	260,188	Inf	0.00	Inf	0.00
45.00	45.00	141,666	Inf	0.00	Inf	0.00
55.00	55.00	70,785	Inf	0.00	Inf	0.00
65.00	65.00	37,466	Inf	0.00	Inf	0.00
75.00	75.00	35,413	Inf	0.00	Inf	0.00
85.00	85.00	43,112	Inf	0.00	Inf	0.00
95.00	95.00	42,599	4,712,813	0.90	24,141,260	0.18
105.00	105.00	59,536	356,988	16.68	5,171,970	1.15

EJES TANDEM

Esfuerzo Equivalente: 1.3 Factor Esfuerzo: 0.3314 Factor Erosion: 2.5430

60.00	60.00	1,234	Inf	0.00	Inf	0.00
80.00	80.00	4,934	Inf	0.00	Inf	0.00
100.00	100.00	3,701	Inf	0.00	Inf	0.00
120.00	120.00	4,317	Inf	0.00	Inf	0.00
140.00	140.00	4,943	Inf	0.00	Inf	0.00
160.00	160.00	8,016	Inf	0.00	Inf	0.00
180.00	180.00	17,881	Inf	0.00	27,152,771	0.07
200.00	200.00	8,635	Inf	0.00	5,180,678	0.17
220.00	220.00	16,653	30,524,500	0.05	1,943,839	0.86

EJES TRIDEM

Esfuerzo Equivalente: 1.1 Factor Esfuerzo: 0.2634 Factor Erosion: 2.5845

Total : ----- 17.64 ----- 2.42

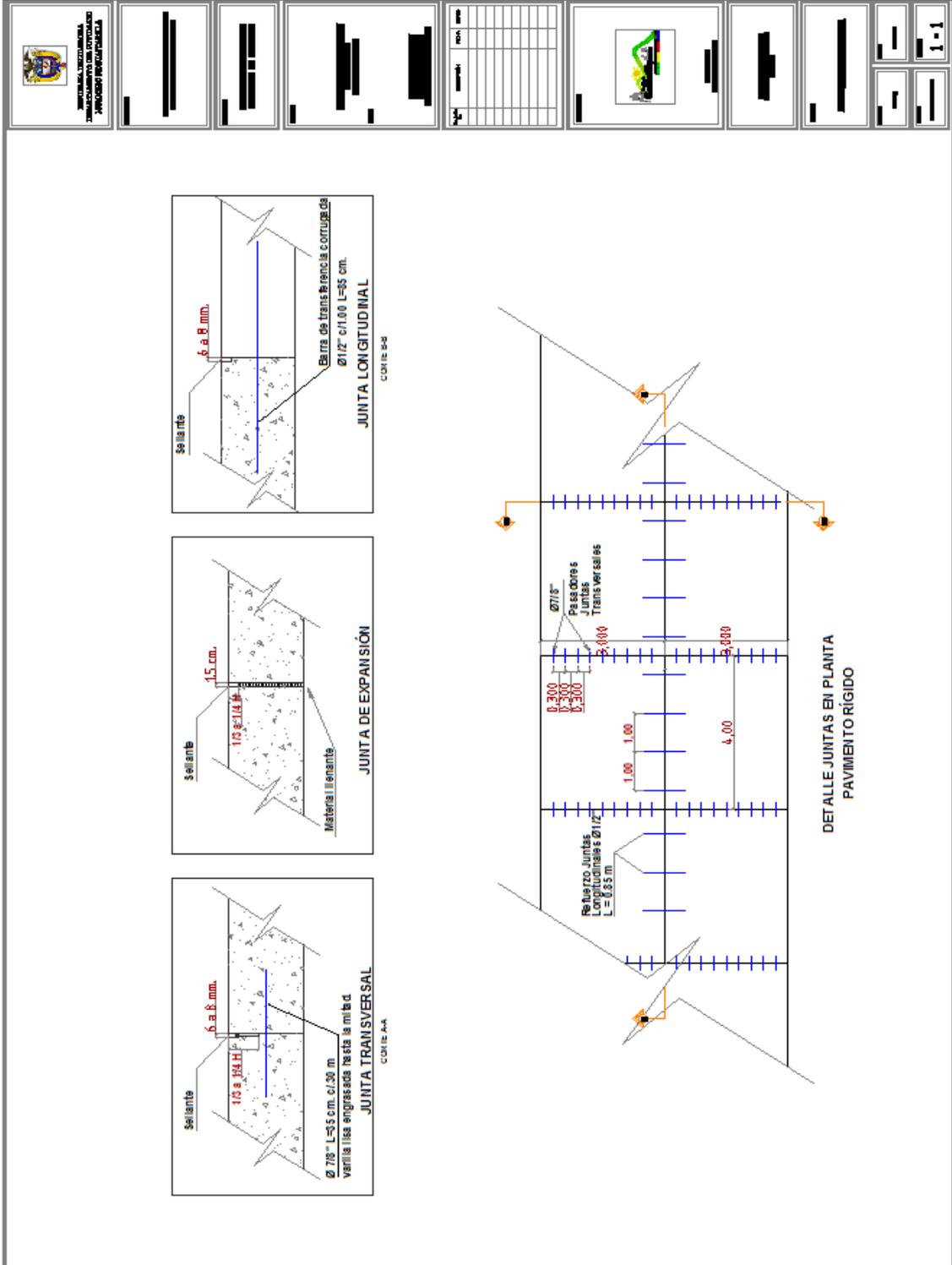
### ANEXO 3. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS - METODO PCA  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
Software : BS-PCA

#### ANALISIS DE SENSIBILIDAD

K Subrasante (Mpa/m)	Espesor (mm)	Módulo de Rotura	Consumo de Fatiga (%)	Consumo de Erosión (%)
45	160	4.00	601.06	13.93
45	160	4.20	250.60	13.93
45	170	4.00	153.92	7.12
45	170	4.20	68.08	7.12
45	180	4.00	43.13	3.50
45	180	4.20	16.91	3.50
45	190	4.00	9.99	1.63
45	190	4.20	2.58	1.63
45	200	4.00	1.26	0.72
45	200	4.20	0.00	0.72
50	160	4.00	434.88	12.68
50	160	4.20	190.42	12.68
50	170	4.00	112.88	6.35
50	170	4.20	49.93	6.35
50	180	4.00	31.01	3.03
50	180	4.20	11.25	3.03
50	190	4.00	6.35	1.35
50	190	4.20	1.35	1.35
50	200	4.00	0.57	0.56
50	200	4.20	0.00	0.56
55	160	4.00	326.36	11.65
55	160	4.20	143.70	11.65
55	170	4.00	85.46	5.72
55	170	4.20	37.44	5.72
55	180	4.00	22.58	2.66
55	180	4.20	7.56	2.66
55	190	4.00	4.02	1.13
55	190	4.20	0.67	1.13
55	200	4.00	0.23	0.44
55	200	4.20	0.00	0.44
60	160	4.00	252.28	10.80
60	160	4.20	111.34	10.80
60	170	4.00	66.45	5.21
60	170	4.20	28.37	5.21
60	180	4.00	16.59	2.36
60	180	4.20	5.05	2.36
60	190	4.00	2.55	0.96
60	190	4.20	0.31	0.96
60	200	4.00	0.00	0.35
60	200	4.20	0.00	0.35

# Plano Detalles constructivos Pavimento en concreto hidráulico



## **Anexo E. Ensayos de laboratorio material de mejoramiento**

- Análisis granulométrico por tamizado, límites de atterberg y humedad de material para mejoramiento vial
- Análisis granulométrico por tamizado para material de afirmado
- Análisis granulométrico por tamizado para material de sub-base
- Análisis granulométrico por tamizado para material de base gradación gruesa
- Análisis granulométrico por tamizado para material de base gradación fina

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD DE MATERIAL



**Laboratorio**  
Granulometría y Límites de Atterberg

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD**  
NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO :	ENSAYOS DE LABORATORIO PARA CONSTRUCCIÓN MEJORAMIENTO
SOLICITANTE:	VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO
LOCALIZACIÓN:	VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO
REFERENCIA:	CANTERA DIVINO NIÑO
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMOSA COLOR CREMA A GRIS
FECHA :	OCT-08-2015
CLASIFICACION:	U.S.C.: GM
AASHTO :	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	457.1	10.48	89.52
3/4"	19.05	863.7	19.81	80.19
1/2"	12.7	466.7	10.70	89.30
3/8"	9.525	206.4	4.73	95.27
No. 4	4.75	501.3	11.50	88.50
No. 10	2	407.5	9.34	90.66
No. 16	1.19	195.8	4.49	95.51
No. 40	0.425	426.4	9.78	90.22
No. 50	0.3	96.8	2.22	97.78
No. 100	0.15	90	2.06	97.94
No. 200	0.075	53	1.22	98.78

Peso Antes (gr): 4360.8  
Peso Después (gr): 3764.7

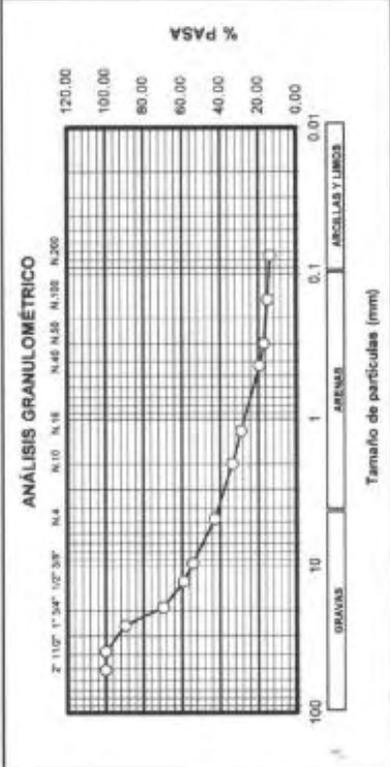
  

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD			
No. REC.	1	2	3	4	45	5
P1 (gr)	32.47	34.14	35.77	22.19	22.34	906.00
P2 (gr)	25.36	26.72	28.10	17.93	18.02	790.00
P3 (gr)	5.06	4.93	4.96	5.01	4.99	102.00
% HUMEDAD	35.02	34.05	33.15	32.97	33.15	16.86
No. GOLPES	16	22	39			

Límite líquido =	33.99
Límite plástico =	33.06
Índice de plasticidad =	0.92

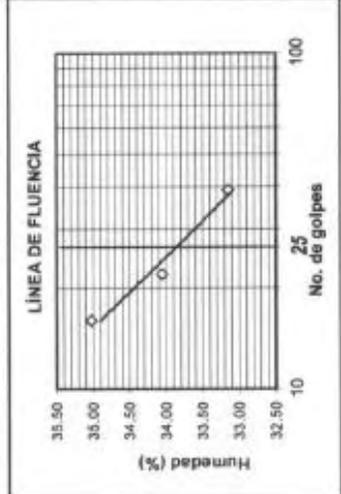
  

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



Tamaño de partículas (mm)

**LÍMITE DE FLUENCIA**



Humedad (%)

No. de golpes

LABORATORISTA: Andrés Hilón S.  
Ingeniero Civil  
M.F. 52203-156095 NRÑ.

# Análisis granulométrico por tamizado para material de afirmado



**Laboratorio**  
Granulometría y Límites de Atterberg

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PARA MATERIAL DE AFIRMADO**  
**ARTÍCULO 311 -13 Tabla 311-2 INVIAS (A-38, A-25)**

FECHA : OCT-12-2015

**PROYECTO :** ENSAYOS DE LABORATORIO PARA CONSTRUCCIÓN MEJORAMIENTO VÍA GUATARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO

**SOLICITANTE:** ING. JOHN JAIRO GALINDEZ

**LOCALIZACIÓN:** VÍA GUATARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO

**REFERENCIA MATERIAL 1:** CANTERA DIVINO NIÑO

**DESCRIPCIÓN MATERIAL 1:** GRAVA UNIFORME COLOR CREMA CON GRIS

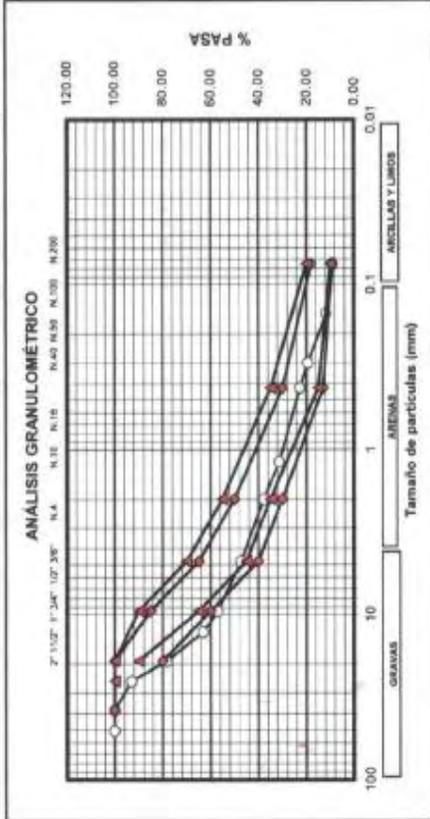
**REFERENCIA MATERIAL 2:** CANTERA DIVINO NIÑO

**DESCRIPCIÓN MATERIAL 2:** GRAVA LIMOSA COLOR CREMA A GRIS

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET. (gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	334.64	7.05	92.95
3/4"	19.05	696.48	14.68	78.27
1/2"	12.7	719.48	15.17	63.10
3/8"	9.525	294.36	6.20	56.90
No. 4	4.75	457.92	9.65	47.24
No. 10	2	448	9.44	37.80
No. 16	1.19	306.32	6.46	31.35
No. 40	0.425	405.16	8.54	22.81
No. 50	0.3	161.72	3.41	19.40
No. 100	0.15	364.8	7.69	11.71
No. 200	0.075	121.4	2.56	9.15

**Peso Antes (gr): 4744.32**  
**Peso Después (gr): 4310.28**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



**OBSERVACIONES:**

EL MATERIAL EN ANÁLISIS SE AJUSTA A LA CURVA INFERIOR DE LAS ESPECIFICACIONES DE INVIAS PARA MATERIAL DE AFIRMADO DE ACUERDO AL ARTICULO 311-13 TABLA 311-2 (A-38) Y (A-25).

*Andrés Hillo S.*  
Ingeniero Civil  
LABORATORISTA: M.P. 52502-156095 NRRN.

**Suelos Geotécnica y Cimentaciones**  
Barrio Aquino II Alto Manzana L Casa 3  
NIT. 526884-3  
Móvil: 313 083 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88  
Correo electrónico: soilgeo@gmail.com

Análisis granulométrico por tamizado para material de sub-base



**Laboratorio**  
Granulometría y Límites de Atterberg

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PARA MATERIAL DE SUB-BASE**  
**ARTÍCULO 320 -13 Tabla 320-3 INVIAS (SBG-50, SBG-38)**

**PROYECTO:** ENSAYOS DE LABORATORIO PARA CONSTRUCCIÓN MEJORAMIENTO **FECHA:** OCT-12-2015

**SOLICITANTE:** VIA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO

**LOCALIZACIÓN:** VIA GUAITARILLA - ARRAYANES, DEPARTAMENTO DE NARIÑO

**REFERENCIA MATERIAL 1:** CANTERA DIVINO NIÑO **CLASIFICACION:** GP

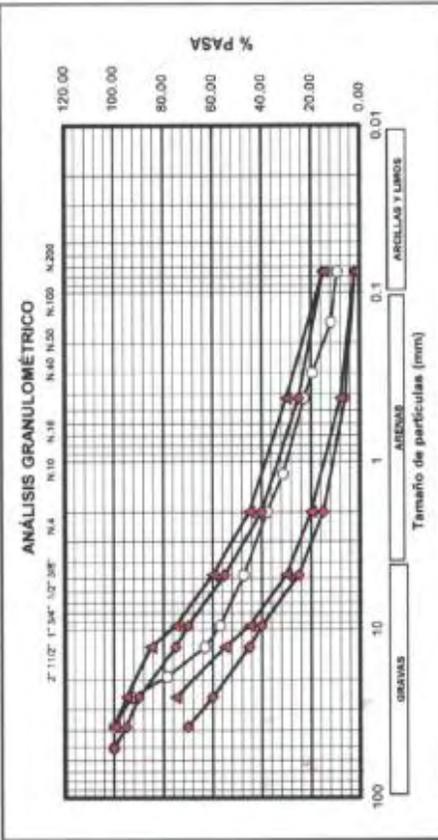
**REFERENCIA MATERIAL 2:** CANTERA DIVINO NIÑO **ASHTO:** U.S.C.:

**DESCRIPCIÓN MATERIAL 2:** GRAVA LIMOSA COLOR CREMA A GRIS **ASHTO:** U.S.C.:

**DESCRIPCIÓN MATERIAL 3:** GRAVA LIMOSA COLOR CREMA A GRIS **ASHTO:** U.S.C.:

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	334.64	7.05	92.95
3/4"	19.05	686.48	14.68	78.27
1/2"	12.7	719.48	15.17	63.10
3/8"	9.525	284.36	6.20	56.90
No. 4	4.75	457.92	9.65	47.24
No. 10	2	448	9.44	37.80
No. 16	1.19	306.32	6.46	31.35
No. 40	0.425	405.16	8.54	22.81
No. 50	0.3	161.72	3.41	19.40
No. 100	0.15	364.8	7.69	11.71
No. 200	0.075	121.4	2.56	9.15

**Peso Antes (gr):** 4744.32  
**Peso Después (gr):** 4310.28



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**OBSERVACIONES:**  
EL MATERIAL EN ANÁLISIS SE AJUSTA A LAS ESPECIFICACIONES DE INVIAS PARA MATERIAL DE SUB-BASE DE ACUERDO AL ARTÍCULO 320-13 TABLA 320-3 (SBG-50) Y (SBG-38).

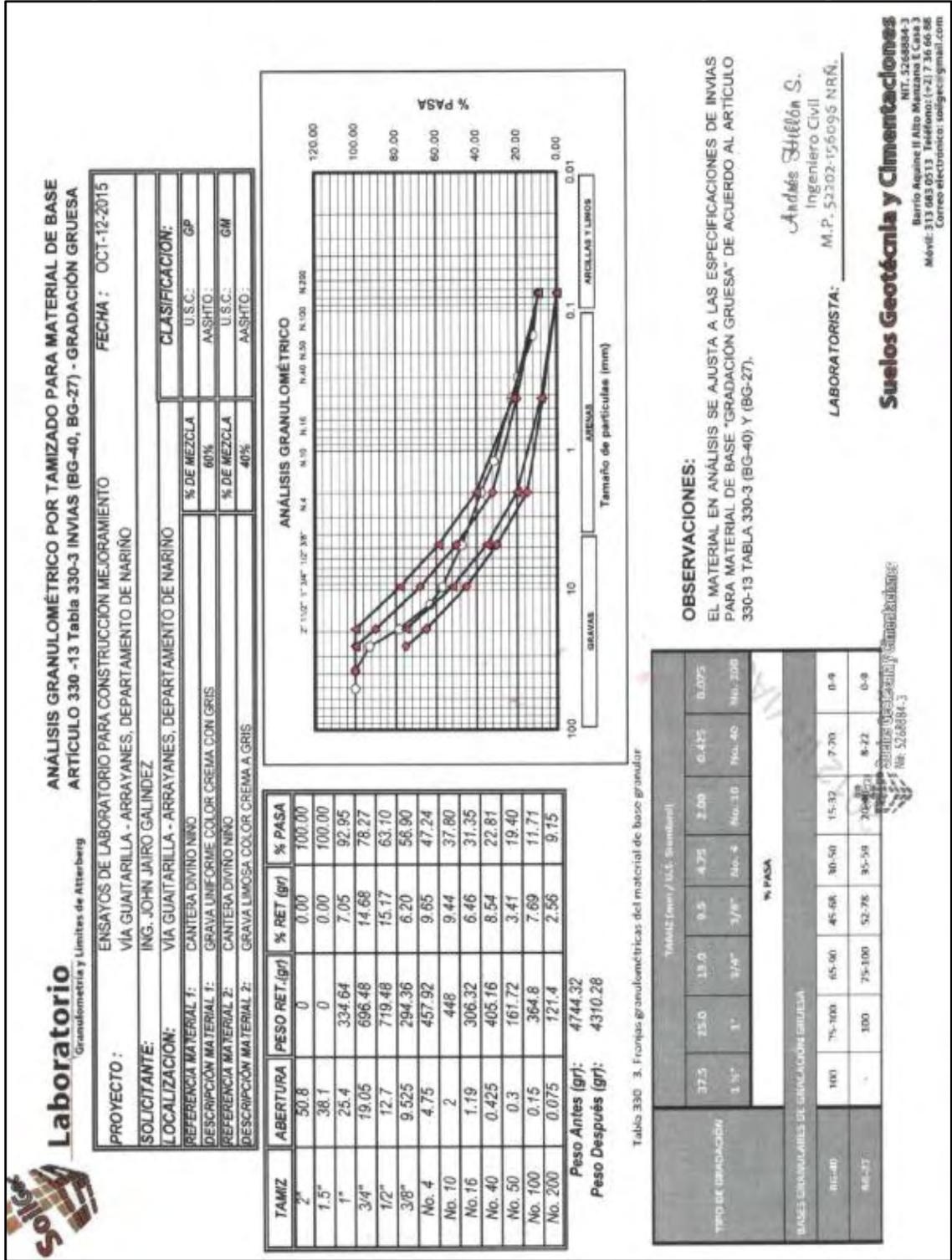
**LABORATORISTA:** Adrián Stiffón S.  
Ingeniero Civil  
M.P. 526884-3

**Tabla 320 - 3. Franjas granulométricas del material de sub-base granular**

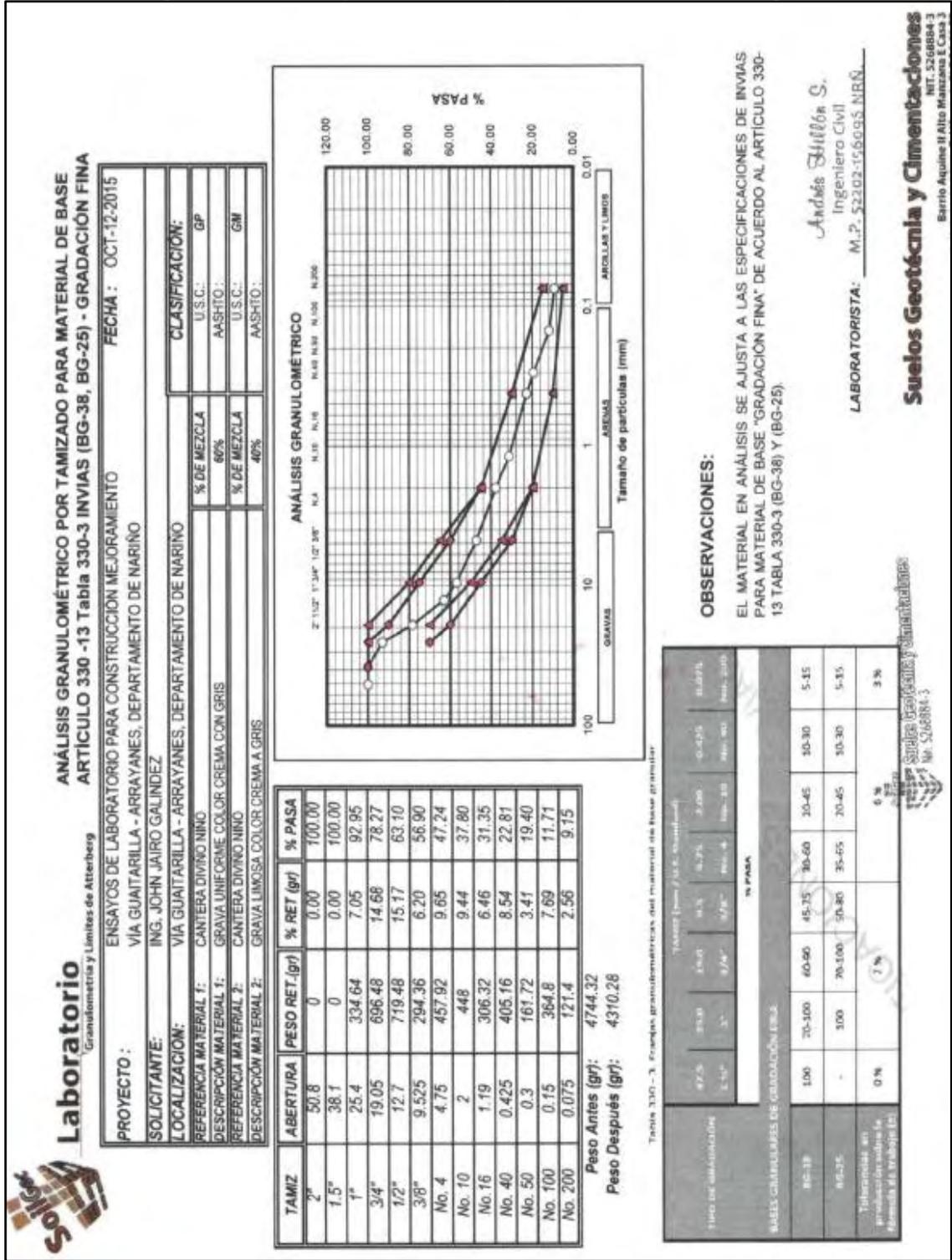
TIPO DE EMBAZADORA	% PASA									
	30.0	37.5	45.0	52.5	60.0	67.5	75.0	82.5	90.0	97.5
SBG-50	100	70-95	60-90	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15	0-5
SBG-38	-	100	75-95	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15	0-5
Indicadas en perfiles con sobre la curva de trabajo (1)	11%			7%			6%			4%

**Suelos Geotécnica y Cimentaciones**  
Santo Aquino II Alto Manzana E Casa 3  
NIT. 526884-3

Análisis granulométrico por tamizado para material de base gradación gruesa



Análisis granulométrico por tamizado para material de base gradación fina



## Anexo F. Cartera de mejoramiento vial K0+200 – K7+947

### MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIA GUAITARILLA - ARRAYANES TUQUERRES

Proyecto de Obra No. 1. Mantenimiento y Mejoramiento Vial

  
 Ing. John Navarro

INTERVENTORIA

  
 Ing. John Galindez

CONTRATISTA



Item L1.01 Mejoramiento de Subrasante con Material de Adición

Tipo de Obra	Localización	Elemento	Long. (M)	Ancho (M)	Espesor (M)	Area (M2)	Volumen (M3)	Observaciones
Mejoramiento	K0+200.00			6.40	0.10	0.64		
Mejoramiento	K0+300.00		100.00	6.00	0.10	0.60	62.00	Inicio despues del Pavimento
Mejoramiento	K0+400.00		100.00	5.30	0.10	0.53	56.50	
Mejoramiento	K0+500.00		100.00	5.10	0.10	0.51	52.00	
Mejoramiento	K0+600.00		100.00	5.40	0.10	0.54	52.50	
Mejoramiento	K0+700.00		100.00	5.80	0.10	0.58	56.00	
Mejoramiento	K0+800.00		100.00	5.00	0.10	0.50	54.00	
Mejoramiento	K0+900.00		100.00	5.20	0.10	0.52	51.00	
Mejoramiento	K1+000.00		100.00	6.10	0.10	0.61	56.50	
Mejoramiento	K1+100.00		100.00	6.30	0.10	0.63	62.00	
Mejoramiento	K1+200.00		100.00	6.50	0.10	0.65	64.00	
Mejoramiento	K1+300.00		100.00	4.80	0.10	0.48	56.50	
Mejoramiento	K1+400.00		100.00	6.40	0.10	0.64	56.00	
Mejoramiento	K1+500.00		100.00	5.60	0.10	0.56	60.00	
Mejoramiento	K1+600.00		100.00	6.10	0.10	0.61	58.50	
Mejoramiento	K1+700.00		100.00	6.50	0.10	0.65	63.00	
Mejoramiento	K1+800.00		100.00	6.30	0.10	0.63	64.00	
Mejoramiento	K1+900.00		100.00	5.60	0.10	0.56	59.50	
Mejoramiento	K2+000.00		100.00	5.70	0.10	0.57	56.50	
Mejoramiento	K2+100.00		100.00	5.50	0.10	0.55	56.00	

MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIA GUATARILLA - ARRAYANES TUQUERRES

Proyecto de Obra No. 1. Mantenimiento y Mejoramiento Vial

  
Ing. *[Signature]*  
Ing. *[Signature]*

INTERVENIDORA

  
Ing. John Galindez

CONTRATISTA



Item L1.01 Mejoramiento de Subrasante con Material de Adición

Tipo de Obra	Localización	Elemento	Long. (M)	Ancho (M)	Espesor (M)	Área (M2)	Volumen (M3)	Observaciones
Mejoramiento	K2+200.00		100.00	6.20	0.10	0.62	58.50	
Mejoramiento	K2+300.00		100.00	5.10	0.10	0.51	56.50	
Mejoramiento	K2+400.00		100.00	6.60	0.10	0.66	58.50	
Mejoramiento	K2+500.00		100.00	6.20	0.10	0.62	64.00	
Mejoramiento	K2+600.00		100.00	5.70	0.10	0.57	59.50	
Mejoramiento	K2+700.00		100.00	4.80	0.10	0.48	52.50	
Mejoramiento	K2+800.00		100.00	6.20	0.10	0.62	55.00	
Mejoramiento	K2+900.00		100.00	8.00	0.10	0.80	71.00	
Mejoramiento	K3+000.00		100.00	7.50	0.10	0.75	77.50	
Mejoramiento	K3+100.00		100.00	5.30	0.10	0.53	64.00	
Mejoramiento	K3+200.00		100.00	6.40	0.10	0.64	58.50	
Mejoramiento	K3+300.00		100.00	5.70	0.10	0.57	60.50	
Mejoramiento	K3+400.00		100.00	6.30	0.10	0.63	60.00	
Mejoramiento	K3+500.00		100.00	6.70	0.10	0.67	65.00	
Mejoramiento	K3+600.00		100.00	5.40	0.10	0.54	60.50	
Mejoramiento	K3+700.00		100.00	5.60	0.10	0.56	55.00	
Mejoramiento	K3+800.00		100.00	6.10	0.10	0.61	58.50	
Mejoramiento	K3+900.00		100.00	5.40	0.10	0.54	57.50	
Mejoramiento	K4+000.00		100.00	5.70	0.10	0.57	55.50	
Mejoramiento	K4+100.00		100.00	6.10	0.10	0.61	59.00	

MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIA GUATARILLA - ARRAYANES TUQUERRES

Precita de Obra No. 1. Mantenimiento y Mejoramiento Vial

  
Ing. John Galindaz

INTERVENTORIA

CONTRATISTA



Item 1.1.01 Mejoramiento de Substrato con Material de Adición

Tipo de Obra	Localización	Elemento	Long. (M)	Ancho (M)	Espesor (M)	Área (M2)	Volumen (M3)	Observaciones
Mejoramiento	K4+200.00		100.00	6.20	0.10	0.62	61.50	
Mejoramiento	K4+260.00		60.00	6.70	0.10	0.67	38.70	
Mejoramiento	K4+395.00			5.60	0.10	0.56		
Mejoramiento	K4+500.00		105.00	5.70	0.10	0.57	59.33	
Mejoramiento	K4+600.00		100.00	5.60	0.10	0.56	56.50	
Mejoramiento	K4+700.00		100.00	5.50	0.10	0.55	55.50	
Mejoramiento	K4+800.00		100.00	6.50	0.10	0.65	60.00	
Mejoramiento	K4+900.00		100.00	6.20	0.10	0.62	63.50	
Mejoramiento	K5+000.00		100.00	5.60	0.10	0.56	59.00	
Mejoramiento	K5+100.00		100.00	6.70	0.10	0.67	61.50	
Mejoramiento	K5+200.00		100.00	6.20	0.10	0.62	64.50	
Mejoramiento	K5+300.00		100.00	6.10	0.10	0.61	61.50	
Mejoramiento	K5+400.00		100.00	6.10	0.10	0.61	61.00	
Mejoramiento	K5+500.00		100.00	6.60	0.10	0.66	63.50	
Mejoramiento	K5+600.00		100.00	5.50	0.10	0.55	60.50	
Mejoramiento	K5+700.00		100.00	4.90	0.10	0.49	52.00	
Mejoramiento	K5+800.00		100.00	6.80	0.10	0.68	58.50	
Mejoramiento	K5+900.00		100.00	6.10	0.10	0.61	64.50	
Mejoramiento	K6+000.00		100.00	5.30	0.10	0.53	57.00	
Mejoramiento	K6+100.00		100.00	5.50	0.10	0.55	54.00	

MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIA GUAITARILLA - ARRAYANES TIQUERRES

Proyecto de Obra No. 1. Mantenimiento y Mejoramiento Vial

INTERVENTORIA



Ing. Carlos Benavides

CONTRATISTA



Ing. John Galindez



Item I.1.01 Mejoramiento de Subrasante con Material de Adición

Tipo de Obra	Localización	Elemento	Long. (M)	Ancho (M)	Espesor (M)	Área (M2)	Volumen (M3)	Observaciones	
Mejoramiento	K6+200.00		100.00	6.10	0.10	0.61	58.00		
Mejoramiento	K6+311.00		111.00	6.20	0.10	0.62	68.27		
Mejoramiento	K6+480.00			5.90	0.10	0.59			
Mejoramiento	K6+600.00		120.00	5.50	0.10	0.55	68.40		
Mejoramiento	K6+700.00		100.00	5.50	0.10	0.55	55.00		
Mejoramiento	K6+800.00		100.00	5.80	0.10	0.58	56.50		
Mejoramiento	K6+900.00		100.00	5.60	0.10	0.56	57.00		
Mejoramiento	K7+000.00		100.00	5.80	0.10	0.58	57.00		
Mejoramiento	K7+100.00		100.00	4.70	0.10	0.47	52.50		
Mejoramiento	K7+200.00		100.00	5.00	0.10	0.50	48.50		
Mejoramiento	K7+300.00		100.00	5.50	0.10	0.55	52.50		
Mejoramiento	K7+400.00		100.00	4.80	0.10	0.48	51.50		
Mejoramiento	K7+500.00		100.00	5.20	0.10	0.52	50.00		
Mejoramiento	K7+600.00		100.00	4.30	0.10	0.43	47.50		
Mejoramiento	K7+700.00		100.00	4.40	0.10	0.44	43.50		
Mejoramiento	K7+800.00		100.00	4.50	0.10	0.45	44.50		
Mejoramiento	K7+911.00		111.00	4.50	0.10	0.45	49.95		
<b>SUBTOTAL</b>							<b>4 277.00</b>		

Inicia despues de Alborn

**Anexo G. Carteras de chequeo de estructuras para pavimento rígido K0+000  
– K0+200 Guaitarilla – Arrayanes.**

- Excavación sin clasificar de la explanación, canales y préstamos
- Conformación de calzada
- Mejoramiento de subrasante con material de adición
- Base granular

Excavación sin clasificar de la explanación, canales y préstamos

MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIA GUATIBARRILLA - ARRAYANES TUQUERRES

Preaecto de Obra No. 1. Construcción Pavimento

*Palumbos*  
Ing. Jairo Palumbos

INTERVENTORIA

*John*  
Ing. John Galdinez

CONTRATISTA



Item 1.4.02 Excavación sin clasificar de la Explanación, Canales y Prestamos. Espesor=0.55M

Tipo de Obra	Localización	Elemento	Long. (M)	Cota Terreno	Cota Rosante	Corte (M)	Ancho (M)	Area (M2)	Volumen (M3)	Observaciones
Cajero	K0+000.00			2,664.30	2,664.30	0.60	6.50	3.90		
Cajero	K0+010.00		10.00	2,664.70	2,664.68	0.62	7.00	4.31	41.06	
Cajero	K0+020.00		10.00	2,665.20	2,665.07	0.73	8.60	6.29	52.99	
Cajero	K0+030.00		10.00	2,665.62	2,665.46	0.76	7.50	5.70	59.93	
Cajero	K0+040.00		10.00	2,665.89	2,665.84	0.65	7.10	4.62	51.61	
Cajero	K0+050.00		10.00	2,666.15	2,666.23	0.52	6.70	3.49	40.56	
Cajero	K0+060.00		10.00	2,666.68	2,666.62	0.67	6.80	4.54	40.17	
Cajero	K0+070.00		10.00	2,666.79	2,667.00	0.39	7.10	2.77	36.56	
Cajero	K0+080.00		10.00	2,667.24	2,667.39	0.45	6.70	3.00	28.85	
Cajero	K0+090.00		10.00	2,667.69	2,667.81	0.49	6.40	3.12	30.62	
Cajero	K0+100.00		10.00	2,668.23	2,668.31	0.52	6.40	3.33	32.29	
Cajero	K0+110.00		10.00	2,668.86	2,668.90	0.55	6.50	3.58	34.58	
Cajero	K0+120.00		10.00	2,669.53	2,669.59	0.54	6.50	3.49	35.36	
Cajero	K0+130.00		10.00	2,670.36	2,670.36	0.60	7.30	4.37	39.32	
Cajero	K0+140.00		10.00	2,671.20	2,671.20	0.60	6.50	3.90	41.36	
Cajero	K0+150.00		10.00	2,672.03	2,672.03	0.60	7.00	4.20	40.50	
Cajero	K0+160.00		10.00	2,672.86	2,672.86	0.60	6.70	4.02	41.10	
Cajero	K0+170.00		10.00	2,673.70	2,673.70	0.60	6.70	4.02	40.20	
Cajero	K0+180.00		10.00	2,674.43	2,674.53	0.49	6.60	3.35	36.83	
Cajero	K0+190.00		10.00	2,675.13	2,675.36	0.37	7.10	2.62	29.83	
Cajero	K0+200.00		10.00	2,675.87	2,676.16	0.30	6.80	2.06	23.40	
<b>SUBTOTAL</b>									<b>777.10</b>	

## Conformación de calzada

### MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIA GUATARILLA - ARRAYANES TUQUERRES

Precto de Obra No. 1. Construcción Pavimento



INTERVENTORIA

*[Signature]*  
Ing. David Horvath

CONTRATISTA

*[Signature]*  
Ing. John Gairndez

Item 1.4.04 Conformación de Calzada. Ancho Promedio=6.90M

Tipo de Obra	Localización	Elemento	Long (M)	Ancho (M)	Área (M2)	Observaciones	
Conformación	K0+000.00		10.00	6.50	67.50		
Conformación	K0+010.00		10.00	7.00	70.00		
Conformación	K0+020.00		10.00	8.60	86.00		
Conformación	K0+030.00		10.00	7.50	75.00		
Conformación	K0+040.00		10.00	7.10	71.00		
Conformación	K0+050.00		10.00	6.70	67.00		
Conformación	K0+060.00		10.00	6.80	68.00		
Conformación	K0+070.00		10.00	7.10	71.00		
Conformación	K0+080.00		10.00	6.70	67.00		
Conformación	K0+090.00		10.00	6.40	64.00		
Conformación	K0+100.00		10.00	6.40	64.00		
Conformación	K0+110.00		10.00	6.50	65.00		
Conformación	K0+120.00		10.00	6.50	65.00		
Conformación	K0+130.00		10.00	7.30	73.00		
Conformación	K0+140.00		10.00	6.50	65.00		
Conformación	K0+150.00		10.00	7.00	70.00		
Conformación	K0+160.00		10.00	6.70	67.00		
Conformación	K0+170.00		10.00	6.70	67.00		
Conformación	K0+180.00		10.00	6.80	68.00		
Conformación	K0+190.00		10.00	7.10	71.00		
Conformación	K0+200.00		10.00	6.80	68.00		
<b>SUBTOTAL</b>						<b>1.380.50</b>	

## Mejoramiento de subrasante con material de adición

### MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIA GUAJARILLA - ARRAYANES TUQUERRES

Proyecto de Obra No. 1. Construcción Pavimento



  
 Ing. Julio Navarro

INTERVENORIA

  
 Ing. John Galindez

CONTRATISTA

Item 1.4.05. Mejoramiento de Subrasante con Material de Adición. Espesor=0.10M

Tipo de Obra	Localización	Elemento	Long. 1 (M)	Ancho (M)	Espesor (M)	Área (M2)	Volumen (M3)	Observaciones	
Mejoramiento	K0+000.00			6.50	0.10	0.65			
Mejoramiento	K0+010.00		10.00	7.00	0.10	0.70	6.75		
Mejoramiento	K0+020.00		10.00	8.60	0.10	0.86	7.80		
Mejoramiento	K0+030.00		10.00	7.50	0.10	0.75	8.05		
Mejoramiento	K0+040.00		10.00	7.10	0.10	0.71	7.30		
Mejoramiento	K0+050.00		10.00	6.70	0.10	0.67	6.90		
Mejoramiento	K0+060.00		10.00	6.80	0.10	0.68	6.75		
Mejoramiento	K0+070.00		10.00	7.10	0.10	0.71	6.95		
Mejoramiento	K0+080.00		10.00	6.70	0.10	0.67	6.90		
Mejoramiento	K0+090.00		10.00	6.40	0.10	0.64	6.55		
Mejoramiento	K0+100.00		10.00	6.40	0.10	0.64	6.40		
Mejoramiento	K0+110.00		10.00	6.50	0.10	0.65	6.45		
Mejoramiento	K0+120.00		10.00	6.50	0.10	0.65	6.50		
Mejoramiento	K0+130.00		10.00	7.30	0.10	0.73	6.90		
Mejoramiento	K0+140.00		10.00	6.50	0.10	0.65	6.90		
Mejoramiento	K0+150.00		10.00	7.00	0.10	0.70	6.75		
Mejoramiento	K0+160.00		10.00	6.70	0.10	0.67	6.85		
Mejoramiento	K0+170.00		10.00	6.70	0.10	0.67	6.70		
Mejoramiento	K0+180.00		10.00	6.80	0.10	0.68	6.75		
Mejoramiento	K0+190.00		10.00	7.10	0.10	0.71	6.95		
Mejoramiento	K0+200.00		10.00	6.80	0.10	0.68	6.95		
<b>SUBTOTAL</b>							<b>138.10</b>		

## Base granular

### MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIA GUATARILLA - ARRAYANES TUQUERRES

Preacto de Obra No. 1. Construcción Pavimento



  
 Ing. Jairo Negrólez

INVENTORIA

  
 Ing. John Galíndez

CONTRATISTA

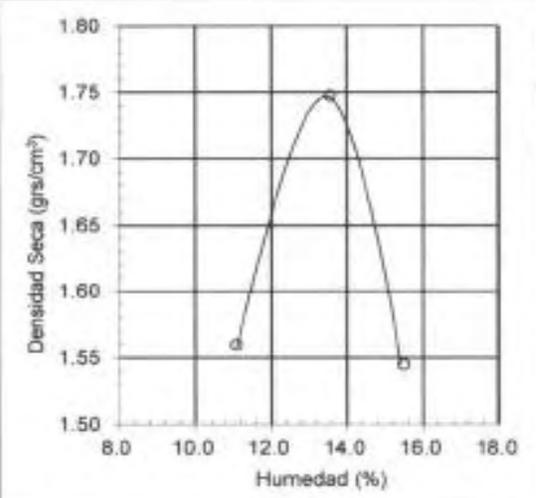
Item 1.4.06 Base Granular. Espesor=0.20M

Tipo de Obra	Localización	Elemento	Long. 1 (M)	Ancho (M)	Espesor (M)	Área (M2)	Volumen (M3)	Observaciones
Base	K0+000.00			6.50	0.20	1.30		
Base	K0+010.00		10.00	7.00	0.20	1.40	13.50	
Base	K0+020.00		10.00	8.60	0.20	1.72	15.60	
Base	K0+030.00		10.00	7.50	0.20	1.50	16.10	
Base	K0+040.00		10.00	7.10	0.20	1.42	14.60	
Base	K0+050.00		10.00	6.70	0.20	1.34	13.80	
Base	K0+060.00		10.00	6.80	0.20	1.36	13.50	
Base	K0+070.00		10.00	7.10	0.20	1.42	13.90	
Base	K0+080.00		10.00	6.70	0.20	1.34	13.80	
Base	K0+090.00		10.00	6.40	0.20	1.28	13.10	
Base	K0+100.00		10.00	6.40	0.20	1.28	12.80	
Base	K0+110.00		10.00	6.50	0.20	1.30	12.90	
Base	K0+120.00		10.00	6.50	0.20	1.30	13.00	
Base	K0+130.00		10.00	7.30	0.20	1.46	13.80	
Base	K0+140.00		10.00	6.50	0.20	1.30	13.80	
Base	K0+150.00		10.00	7.00	0.20	1.40	13.50	
Base	K0+160.00		10.00	6.70	0.20	1.34	13.70	
Base	K0+170.00		10.00	6.70	0.20	1.34	13.40	
Base	K0+180.00		10.00	6.80	0.20	1.36	13.50	
Base	K0+190.00		10.00	7.10	0.20	1.42	13.90	
Base	K0+200.00		10.00	6.80	0.20	1.36	13.90	
<b>SUBTOTAL</b>							<b>276.10</b>	

## Anexo H. Ensayo Proctor modificado y toma de densidades a la Base Proctor Modificado

	<b>Laboratorio</b> <small>Proctor Modificado</small>	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>	Hoja 1 de 1
<b>OBRA:</b> MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VÍA GUAJARILLA - ARRAYANES			
<b>SOLICITA:</b> Ing. JOHN JAIRO GALINDEZ		<b>FECHA:</b> SEPTIEMBRE 25 DE 2015	
<b>TIPO DE MATERIAL:</b> ARENA UNIFORME COLOR CAFÉ CLARO (SP) - CANTERA DIVINO NIÑO			
<b>Molde No.</b>	1.00	1.00	1.00
<b>Diámetro Molde cm.</b>	15.24	15.24	15.24
<b>Altura Molde cm.</b>	11.60	11.60	11.60
<b>Volumen Molde cm<sup>3</sup></b>	2116.01	2116.01	2116.01
<b>Peso Suelo Húmedo + Molde grs.</b>	7150	6817	6727
<b>Peso Molde grs.</b>	2951.00	2951.00	2951.00
<b>Peso Suelo Húmedo grs.</b>	4199.00	3866.00	3776.00
<b>Peso Unitario Húmedo grs/cm<sup>3</sup></b>	1.98	1.73	1.78
<b>Peso Unitario Seco grs/cm<sup>3</sup></b>	1.75	1.56	1.55
<b>Grado de Saturación %</b>	13.56	11.08	15.50
<b>Recipiente No.</b>	9.00	6.00	15.00
<b>Peso S. Húmedo + Recipiente grs.</b>	171	171	179
<b>Peso S. Seco + Recipiente grs.</b>	155	158	160
<b>Peso Recipiente grs.</b>	37.00	40.70	37.40
<b>Humedad (%)</b>	13.56	11.08	15.50



**Densidad Seca (grs/cm<sup>3</sup>)**

**Humedad (%)**

METODO DE COMPACTACIÓN	
DINÁMICA:	
Peso del martillo (Lb)	10
Altura de caída (Pg)	18
Número de capas	5
# golpes por capa	56
ESTÁTICA:	
Fuerza de apisonado	_____
Número de capas	_____
# pasadas por capa	_____
Diámetro del pistón	_____
RESULTADO DE COMPACTACIÓN	
Densidad seca máx. (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75
Humedad óptima (%)	13.56

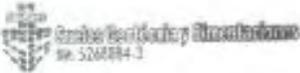
**OBSERVACIONES:** MATERIAL DE ANÁLISIS SUMINISTRADO POR EL CONTRATANTE

**LABORATORISTA:**

  
ELABORA

**INGENIERO:**

Andrés Stillo S.  
Ingeniero Civil  
M.P. 52202-176095 NRR.  
APRUEBA



**Suelos Geotécnica y Cimentaciones**  
NT. 526884-3

## Densidades en el terreno



**Laboratorio**

Calidad y Precisión en los Resultados

### DENSIDAD EN EL TERRENO

Hoja 1 de 2

<b>OBRA:</b> MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VÍA GUAJARILLA - ARRAYANES	
<b>SOLICITA:</b> Ing. JOHN JAIRO GALINDEZ	<b>FECHA:</b> OCTUBRE 04 DE 2015
<b>TIPO DE MATERIAL:</b> ARENA UNIFORME COLOR CAFÉ CLARO (SP) - CANTERA DIVINO NIÑO	

ENSAYO No.	1	2	3	4	5
LOCALIZACIÓN	KD-010	KD-060	KD-110	KD-180	KD-190
PESO FRASCO Y ARENA INICIAL-g	5218	5094	5386	5112	5087
PESO FRASCO Y ARENA RESIDUAL-g	1140	1296	1552	1246	1212
PESO ARENA USADA-g	4078	3796	3734	3866	3875
CONSTANTE DEL CONO-g	1477	1477	1477	1477	1477
PESO ARENA EN EL HUECO-g	2601	2319	2257	2389	2368
PESO UNITARIO ARENA-g/cm <sup>3</sup>	1.454	1.454	1.464	1.464	1.464
VOLUMEN DEL HUECO-cm <sup>3</sup>	1776.6	1584.0	1541.7	1621.8	1638.0
PESO SUELO HUMEDO-g	4034	3732	3596	3794	3696
PESO DEL RECIPIENTE-g	660	660	660	660	660
PESO SUELO HUMEDO-g	3374	3072	2936	3134	3036

#### HUMEDAD DEL SUELO

RECIPIENTE No.	78	70	82	55	61
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE-g	290.0	287.0	265.0	285.0	274.0
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE-g	274.0	260.0	247.0	262.0	258.0
PESO DEL AGUA-g	16.0	27.0	18.0	23.0	16.0
PESO DEL RECIPIENTE-g	78.00	70.00	82.00	55.00	61.00
PESO DEL SUELO SECO-g	196.0	190.0	165.0	207.0	192.0
HUMEDAD-%	8.16	14.21	10.91	11.11	8.12

#### GRADO DE COMPACTACIÓN

PESO UNITARIO HUMEDO-t/m <sup>3</sup>	1.90	1.94	1.91	1.92	1.85
PESO UNITARIO SECO-t/m <sup>3</sup>	1.76	1.70	1.72	1.73	1.71
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO-t/m <sup>3</sup>	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
HUMEDAD ÓPTIMA-%	13.56	13.56	13.56	13.56	13.56
PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN-%	100.33	97.03	98.19	98.77	97.96
DENSIDAD RELATIVA-%					

OBSERVACIONES:

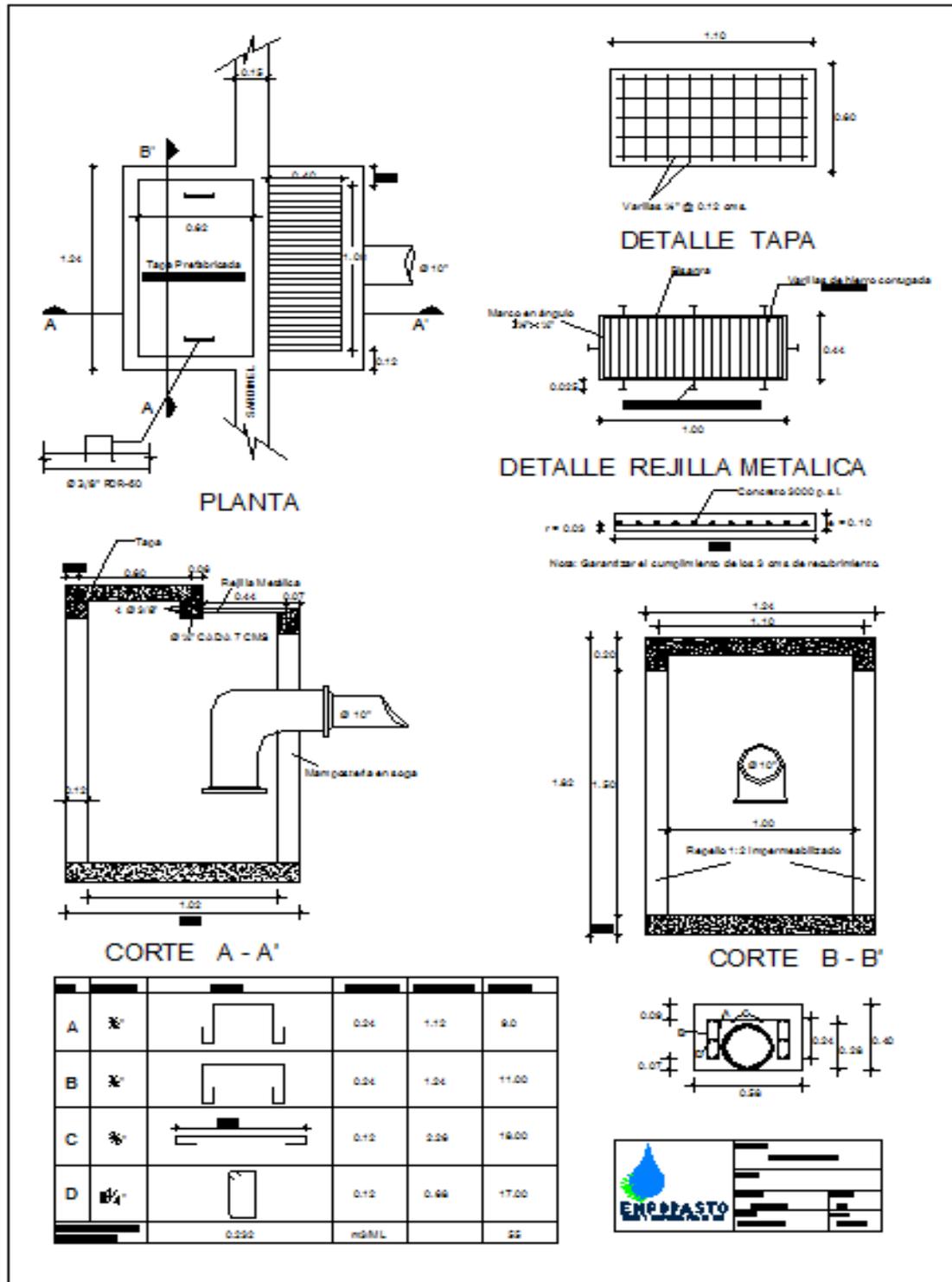


**Grupo Geotecnia y Construcción**  
No. 520884-3

ELABORA:

*Andrés Hillón S.*  
Ingeniero Civil  
M.P. 52202-176093 NRR.

## Anexo I. Plano detalles constructivos sumidero tipo Empopasto



## Anexo J. Ensayos de resistencia y flexión al pavimento rígido mediante cilindros y vigas

### Ensayo de cilindros



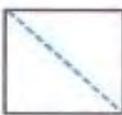
**Solsol Geotecnia y Cementaciones**

**ENSAYO DE CILINDROS DE CONCRETO**  
**NORMA INV E-410-13**

<b>OBRA:</b>	CONSTRUCCIÓN MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, MUNICIPIO DE GUAITARILLA - DEPARTAMENTO DE NARIÑO
<b>SOLICITADO POR:</b>	ING. JOHN JAIRO GALINDEZ SANTANDER - CONTRATISTA
<b>FECHA:</b>	DICIEMBRE 15 DE 2015

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE TOMA	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA APLICADA (Kg-f)	RESISTENCIA A (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A (PSI)
1	PAVIMENTO CILINDRO 2	21/10/2015	9/12/2015	49	176.71	44580	252.27	3587.98
2	PAVIMENTO CILINDRO 4	22/10/2015	9/12/2015	48	176.71	45170	255.61	3635.47
3	PAVIMENTO CILINDRO 6	23/10/2015	9/12/2015	47	176.71	44710	253.01	3598.45
4	PAVIMENTO CILINDRO 8	24/10/2015	9/12/2015	46	176.71	45010	254.70	3622.59
5	PAVIMENTO CILINDRO 10	26/10/2015	9/12/2015	44	176.71	44540	252.04	3584.77
6	PAVIMENTO CILINDRO 12	27/10/2015	9/12/2015	43	176.71	44250	250.40	3561.42
7	PAVIMENTO CILINDRO 14	28/10/2015	9/12/2015	42	176.71	44310	250.74	3566.25
8	PAVIMENTO CILINDRO 16	29/10/2015	9/12/2015	41	176.71	44190	250.06	3556.60
9	PAVIMENTO CILINDRO 18	30/10/2015	9/12/2015	40	176.71	42560	240.84	3423.41
10	PAVIMENTO CILINDRO 20	31/10/2015	9/12/2015	39	176.71	42890	242.71	3451.97
11	PAVIMENTO CILINDRO 24	3/11/2015	9/12/2015	36	176.71	42850	242.48	3448.75
12	PAVIMENTO CILINDRO 9-11	9/11/2015	9/12/2015	30	176.71	42520	242.88	3454.38
13	PAVIMENTO CILINDRO 10-11	10/11/2015	9/12/2015	29	176.71	42790	242.34	3443.92
14	PAVIMENTO CILINDRO 11-11	11/11/2015	9/12/2015	28	176.71	41990	237.61	3379.53

**PROBETA FALLADA**  
 FALLA TÍPICA EN FORMA DE CORTE, ASOCIADA A FATIGA DEL CONCRETO.



LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS ANTES DE LOS 40 DIAS DE EDAD MUESTRAN UN FRAGUADO RETARDADO, ESTANDO LOS RESULTADOS POR ENCIMA DEL 95% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO.

**OBSERVACIONES:** CILINDROS SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA

---

**NOTA:** Los resultados de este ensayo pueden usarse como control de calidad para el proporcionamiento, mezcla y operaciones de colocación del concreto; para el cumplimiento de especificaciones y como control para evaluar la efectividad de las mezclas y otros usos similares.

**PROFESIONAL RESPONSABLE:** *Andrés Hillón*  
**ANDRÉS GEOVANNY HILLÓN SARMIENTO**  
 ING. CIVIL - M.P. 52202-156096 NRR.

**DATOS ADICIONALES**  
 ALTURA DEL CILINDRO (cm) **30.0**  
 DIAMETRO DEL CILINDRO (cm) **15.0**  
 AREA (cm<sup>2</sup>) **176.71**

*Andrés Hillón S.*  
 Ingeniero Civil  
 M.P. 52202-156096 NRR.

  
 Solsol Geotecnia y Cementaciones  
 No. 526884-3

**Solsol Geotecnia y Cementaciones**  
BOGOTÁ - COLOMBIA  
 Calle República de El Salvador # 100 - 100  
 Bogotá - Colombia  
 Teléfono: (57-1) 257 30 90-99  
 Correo electrónico: salsol@colnet.com

1

## Ensayo de vigas



### ENSAYO DE VIGAS DE CONCRETO A LA FLEXIÓN NORMA INV E-414-13

<b>OBRA:</b>	CONSTRUCCIÓN MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VÍA GUAITARILLA - ARRAYANES, MUNICIPIO DE GUAITARILLA - DEPARTAMENTO DE NARIÑO
<b>SOLICITADO POR:</b>	ING. JOHN JAIRD GALINDEZ SANTANDER - CONTRATISTA
<b>FECHA:</b>	DICIEMBRE 15 DE 2015

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE TOMA	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	LECTURA (Kg)	LECTURA (Lb)	MÓDULO DE ROTURA "R" (PSI)	MÓDULO DE ROTURA "R" (kg/cm <sup>2</sup> )
1	PAVIMENTO VIGA 2	21/10/2015	9/12/2015	49	2743	6048.32	572.31	40.1
2	PAVIMENTO VIGA 4	22/10/2015	9/12/2015	48	2695	5942.48	562.30	39.4
3	PAVIMENTO VIGA 6	23/10/2015	9/12/2015	47	2652	5847.66	553.33	38.7
4	PAVIMENTO VIGA 8	24/10/2015	9/12/2015	46	2660	5865.30	555.00	38.8
5	PAVIMENTO VIGA 10	26/10/2015	9/12/2015	44	2540	5621.20	550.82	38.6
6	PAVIMENTO VIGA 12	27/10/2015	9/12/2015	43	2675	5896.38	558.12	39.1
7	PAVIMENTO VIGA 14	28/10/2015	9/12/2015	42	2730	5975.55	565.43	39.6
8	PAVIMENTO VIGA 16	29/10/2015	9/12/2015	41	2685	5920.43	560.21	39.2
9	PAVIMENTO VIGA 18	30/10/2015	9/12/2015	40	2690	5931.45	561.23	39.3
10	PAVIMENTO VIGA 20	31/10/2015	9/12/2015	39	2670	5887.35	557.08	39.0
11	PAVIMENTO VIGA 24	2/11/2015	9/12/2015	37	2675	5898.38	558.12	39.1
12	PAVIMENTO VIGA 9-11	9/11/2015	9/12/2015	30	2651	5845.46	553.12	38.7
13	PAVIMENTO VIGA 10-11	10/11/2015	9/12/2015	29	2630	5799.15	548.74	38.4
14	PAVIMENTO VIGA 11-11	11/11/2015	9/12/2015	28	2620	5777.10	546.65	38.3



EL MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS A LA FLEXIÓN ES DE 39 kg/cm<sup>2</sup> - 3.90 Mpa - 557 PSI.

**OBSERVACIONES:**  
VIGAS SUMINISTRADAS POR EL CONTRATISTA

**NOTA:** Los resultados de este ensayo pueden usarse como control de calidad para el proporcionamiento, mezcla y operaciones de colocación del concreto; para el cumplimiento de especificaciones y como control para evaluar la efectividad de las mezclas y otros usos similares.

PROFESIONAL RESPONSABLE: *Andrés Hillón S.*  
**ANDRÉS GEOVANNY HILLÓN SARMIENTO**  
 ING. CIVIL - MP. 52202-156096 NRR.

*Andrés Hillón S.*  
 Ingeniero Civil  
 M.P. 52202-156096 NRR.

DETALLES DEL ESPÉCIMEN Y MÁQUINA DE ENSAYO	
LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	<b>49.8</b>
ANCHO PROMEDIO (cm)	<b>15.8</b>
ALTO PROMEDIO (cm)	<b>15.8</b>

## **Anexo K. Ensayos de resistencia alcantarillas tipo 36"**

- Ensayos de resistencia a cilindros de concreto para la tubería de 36"
- Ensayo de resistencia a tubería reforzada de 36"
- Ensayo de resistencia a cilindros de concreto para estructura de entrada y salida







Anexo L. Esquema muros de contención tipo en concreto ciclópeo

**MUROS DE CONTENCIÓN DE CORONA**

**MURO DE CORONA - SECCION TIPICA**

H	DIMENSIONES, m										PRESIONES $\gamma / m^2$		CANTIDADES DE OBRA
	h	r	B	d	b	a	c	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	hormigón ciclo- peo $m^3 / m$			
1.00	0.80	0.20	0.70	0.20	0.10	0.30	0.10	2.60	2.20	0.42			
1.50	1.20	0.30	0.90	0.20	0.20	0.30	0.20	3.20	3.20	0.75			
2.00	1.70	0.30	1.20	0.30	0.30	0.30	0.30	4.20	3.70	1.13			
2.50	2.20	0.30	1.50	0.40	0.50	0.30	0.30	6.20	3.80	1.66			
3.00	2.70	0.30	1.70	0.50	0.60	0.30	0.30	8.10	3.90	2.13			
3.50	3.20	0.30	2.00	0.60	0.70	0.30	0.40	9.30	4.50	2.66			
4.00	3.60	0.40	2.20	0.60	0.80	0.30	0.50	9.80	4.90	3.40			
4.50	4.10	0.40	2.30	0.60	0.80	0.40	0.50	11.80	4.70	4.20			
5.00	4.50	0.50	2.50	0.70	0.90	0.40	0.50	14.00	4.50	5.08			
5.50	5.00	0.50	2.70	0.80	1.00	0.40	0.50	16.40	4.10	5.85			
6.00	5.40	0.60	2.90	0.90	1.10	0.40	0.50	18.80	3.80	6.87			
6.50	5.80	0.70	3.10	0.90	1.20	0.40	0.60	19.90	4.00	7.97			
7.00	6.20	0.80	3.50	1.00	1.20	0.50	0.80	19.10	5.70	9.62			
7.50	6.60	0.90	4.00	1.20	1.30	0.50	1.00	18.40	7.40	11.19			
8.00	7.00	1.00	4.50	1.30	1.50	0.50	1.20	18.00	9.00	13.25			

**Anexo M. Detalles constructivos y ensayo de resistencia muro de contención  
en concreto reforzado K7+ 648**

- Plano Detalles constructivos de muro de contención en concreto reforzado
- Ensayo de resistencia a la compresión muro de contención reforzado





## **Anexo N. Registro de ejecución y avance diario.**

- Informe diario
- Bitácora de obra
- Seguimiento gráfico

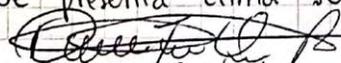
Informe diario

<b>INFORME DIARIO DE INSPECCIÓN</b>									
<b>PROYECTO:</b> MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VÍA CHAITARILLA - ARRAYANES TROBERRES									<b>IMP. N°:</b>
<b>INSPECCIÓN EFECTUADA A:</b>			SUMINISTRO	x	PROCESO	x	OTRO		
<b>TIPO DE INSPECCIÓN:</b>			VISUAL	x	DIMENSIONAL	x	PRUEBAS		OTRO
<b>DOCUMENTOS APLICABLES: NORMAS INTIAS 2013</b>									
<b>INFORME DE AVANCE DIARIO</b>					<b>FECHA:</b> 00/00/00				
<b>331.2 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON MATERIAL DE ADICION</b>									
<b>ABSCISAS</b>									
FECHA	IZQUIERDA		DERECHA		DIMENSIONES			SUBTOTAL	OBSERVACIONES
	INICIO	FIN	INICIO	FIN	L	A	H		
19-nov-15	02+112,00	02+327,00	02+327,00	02+112,00	215,00	6,00	0,10	129,0	Mejoramiento de subrasante
<b>Equipos</b>				<b>Hr. Total</b>					
Motoniveladora Champion				5					
Vibracompactador 8tn				5					
Tanque irrigador de agua				6					
Volquetar				28 viajar					
<b>Personal</b>				<b>Hr. Total</b>					
2 Señalización				8					
2 Ayudante de obra				8					
Ingeniero auxiliar				8					
<b>331.4 CONSTRUCCION DE PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRAULICO</b>									
<b>ABSCISAS</b>									
FECHA	IZQUIERDA		DERECHA		DIMENSIONES			SUBTOTAL	OBSERVACIONES
	INICIO	FIN	INICIO	FIN	L	A	H		
19-nov-15	00+000,00	00+016,00			16,00	3,00	0,20	9,6	Pavimento en concreto
<b>Equipos</b>				<b>Hr. Total</b>					
Revaladora				5					
Vibrador				3,5					
Ropa vibratoria				3,5					
<b>Personal</b>				<b>Hr. Total</b>					
Maestra				5					
Oficial				6					
9 Ayudante de obra				7					
<b>PRODUCTO CONFORME SI / NO:</b>			<b>ACEPTADO</b>	<b>SEGREGAR</b>	<b>REPROCESAR</b>	<b>RECLASIFICAR</b>	<b>RECHAZADO</b>		
<b>OBSERVACIONES:</b>									
Se realiza extracción de material de mejoramiento en cantera Divina Niña, se disponen parillar para juntar de contracción en camarar de inspeccion y humidorar. Se presenta climatizada									
<b>INSPECCIONÓ</b>							<b>SUPERVISOR DE OBRAS/ DIRECTOR DE PROYECTO</b>		
<b>FIERNA:</b>							<b>FIERNA:</b>		
<b>NOMBRE: DARIO F VITAS R</b>							<b>NOMBRE: JOHN CALINDEZ</b>		

## Bitácora de obra

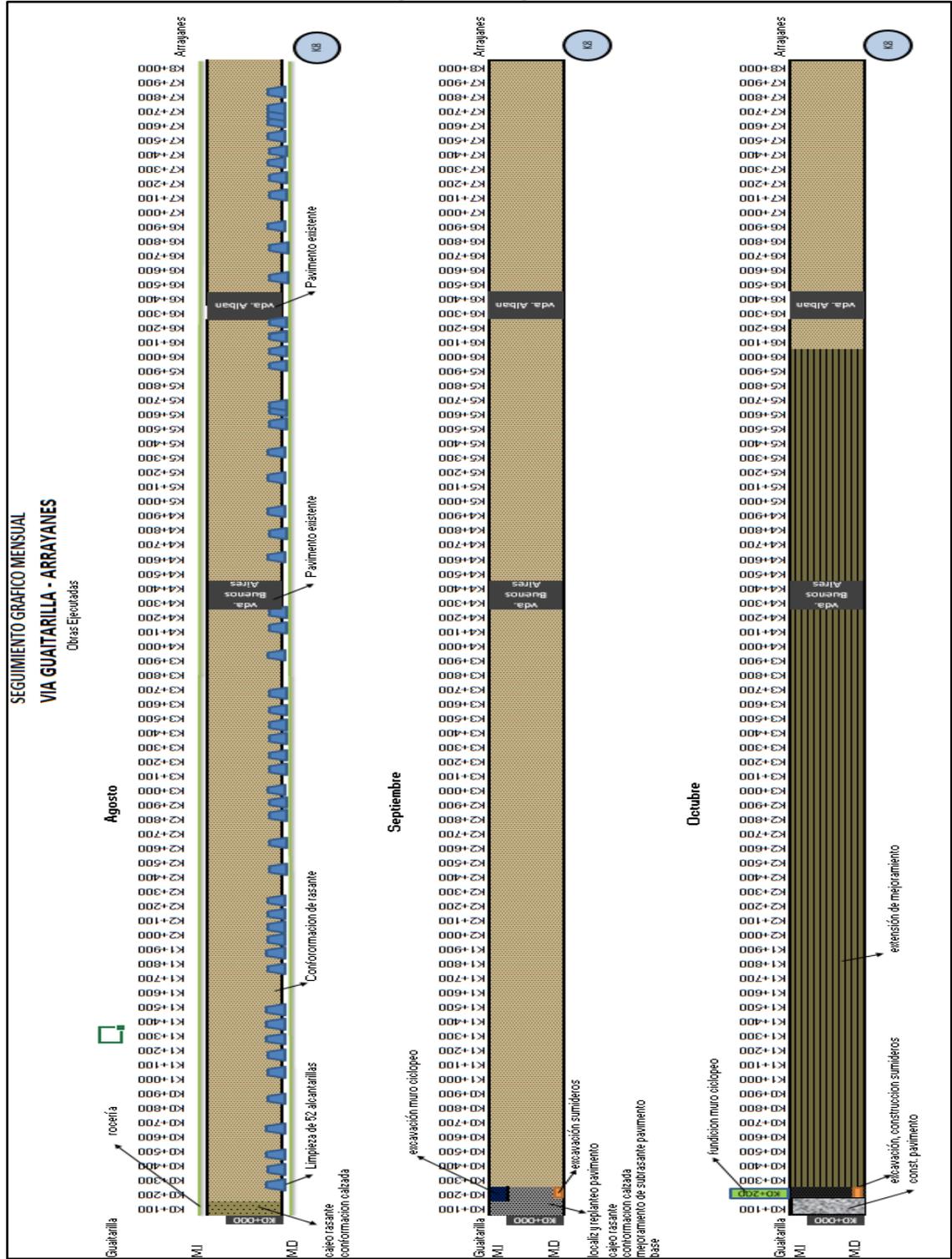
19 de Octubre de 2015 / Obra Mejoramiento y Mantenimiento Guaitanilla-Arrayanes.

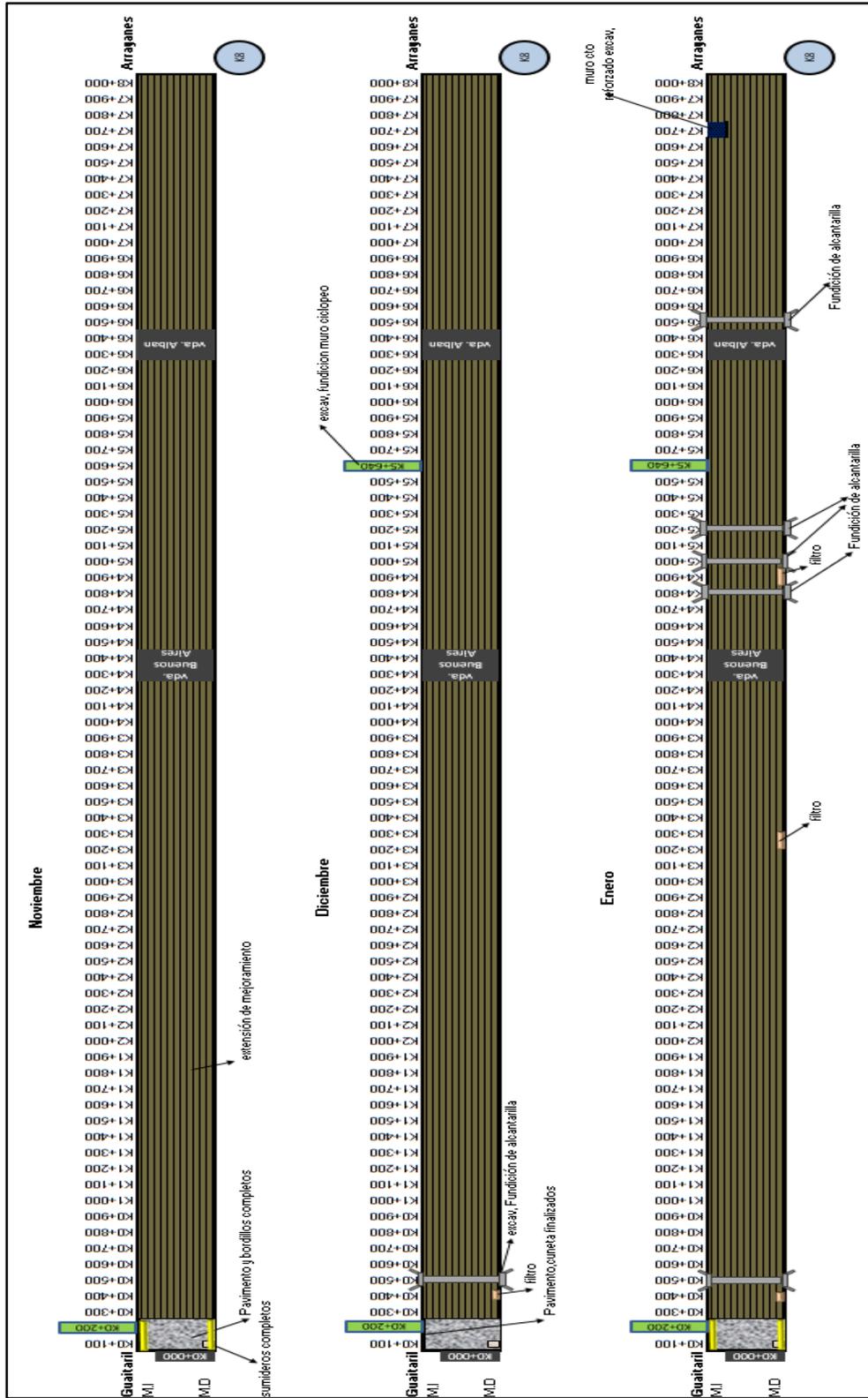
- \* Se reciben 8 tambores de 55 galones clu, con A.C.P.H. estos provienen de Pasto, se utilizan para suministro de combustible a la maquinaria.
- \* Se realiza supervisión de obra en la explotación y tamizado de material de mejoramiento en la cantera Divino Niño.
- \* Se reciben 28 viajes de material de mejoramiento en la vía Guaitanilla-Arrayanes, los wales se distribuyen entre las abscisas  $K2+327 - K2+112$  con una separación de 7.7 m entre cada viaje. Los viajes fueron transportados por 6 volquetas con capacidad de  $6m^3$ .
- \* Se extiende material de mejoramiento entre las abscisas  $K2+327 - K2+112$ . Se utiliza personal de señalización, 2 ayudantes de obra y equipo: 1 Motoniveladora, 1 Vibro-compactador (8 ton) y 1 camión tanque irrigador de agua. Se reporta: longitud: 215 m  
Ancho por: 6 m  
espesor: 0.1 m.
- \* Se termina el armado de formaleta lateral para fundición de pavimento, se instalan barras de acero corrugado para las juntas longitudinales, las wales se reportan así:  $16 N^{\circ} 4 @ 1 L = 0,85$ . Se instalan barras de acero liso para las juntas transversales, se reportan así:  $9 N^{\circ} 7 @ 0,30 L = 0,35$ , estas se adaptan en una canastilla de soporte.
- \* Se termina el armado de parrilla para junta de contracción en cámara de inspección No 1, se reporta así:  $15 N^{\circ} 4 @ 0,25 L = 1,5$
- \* Se realiza fundición en concreto hidráulico de 4 paños o losas de pavimento en el margen izquierdo de la vía desde las abscisas  $K0+000 - K0+016$ . Se utiliza concreto de 3500 psi, dosificado 1:2:2. Se realiza mezclado con revolvedora y posteriormente vibrado. Se reporta: longitud 16 m  
Ancho 3 m  
espesor 0.20 m.
- \* Se presenta clima soleado.

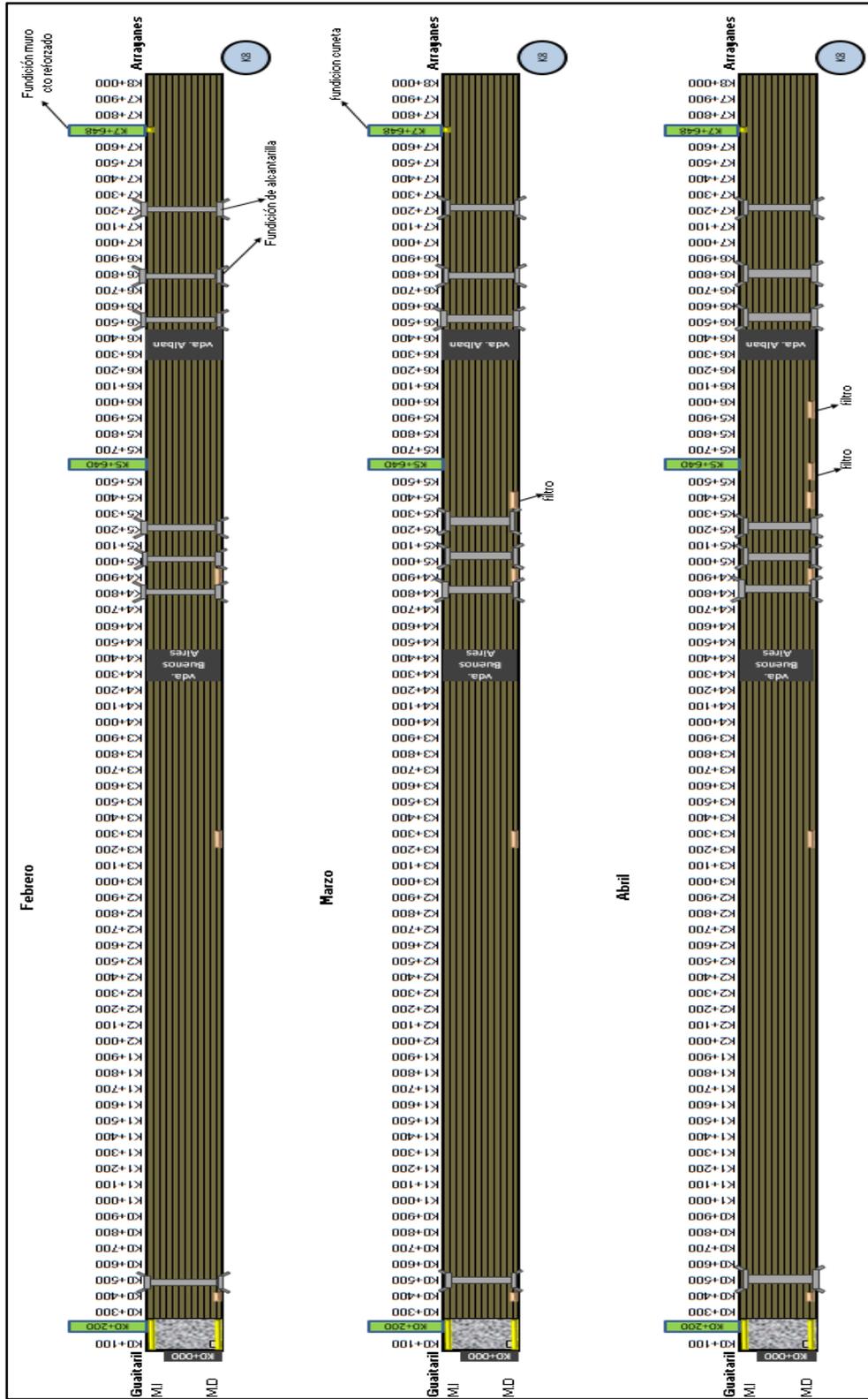
  
Ing. Aux. Residente.

  
Inspector de Interventoría

# Seguimiento gráfico







## Anexo O. Pedido o requisición de materiales

<b>JOHN GALINDEZ</b> NIT 98.398.802-5	<b>REQUISICIÓN DE MATERIALES</b>	FORMATO VERSION FECHA	F - 11 Y - 0 20/06/2013		
TIPO DE PROVEEDOR:	<b>MATERIALES E INSUMOS</b> X <b>ALQUILER EQUIPOS</b> <b>SERVICIOS DE CONSTRUCCIÓN</b> <b>SERVICIOS PROFESIONALES</b>	<b>METROLOGIA</b> <b>PRUEBAS Y ENSAYOS</b> <b>MANTENIMIENTO EQUIPOS Y MAQUINARIA</b> <b>OTROS CUAL</b>			
CIUDAD Y FECHA :	Guaitarilla, 22 de Septiembre de 2015	FECHA DE ENTRADA O	30 de Septiembre de 2015		
OBRA:	<b>MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIA GUAITARILLA - ARRAYANES</b>				
<b>No</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PROVEEDOR/CONTRATISTA SUGERIDO</b>	<b>JUSTIFICACIÓN / OBSERVACIONES Y/O RELACIÓN DE ANEXOS</b>
1	Ladrillos tipo mamposteria	UND	1000		Elemento para construccion de sumideros
2	Tuberia Sanitaria corrugada de 8" (6ml)	UND	10		Elemento para construccion de sumideros
3	Cemento (50kg)	UND	100		Elemento para construccion de sumideros
5	Tablas de Madera para Formaleta	UND	60		Elemento para construccion de sumideros
6	Tajillos de madera (2,5 x 0,20) m	UND	70		Elemento para construccion de sumideros
7	Estacas (0,50 m)	UND	100		Elemento para formaleta en pavimento
8	Codos Sanitarios 8"	Und	6		Elemento para construccion de sumideros
9	Laminas MDF	Und	6		Elemento para formaleta en alcantarillas
10	Lubricante para tableros MDF	Gln	1		Elemento para formaleta en alcantarillas
11	Guaduas	Und	40		Elemento para formaleta en alcantarillas
12	Listones	Und	90		Elemento para formaleta en alcantarillas y Muro
13	Alambre de amarre	Kg	40		Elemento para formaleta en alcantarillas y Muro
14	Tablas	Und	10		Elemento para formaleta en alcantarillas y Muro
15	Clavos 2 1/2"	Lb	20		Elemento para formaleta en Muro
16	Clavos 3"	Lb	20		Elemento para formaleta en Muro
<b>OBSERVACIONES</b>					
<b>ELABORADO POR</b>		<b>Vo.Bo.</b>		<b>APROBADO POR</b>	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	
NOMBRE	DARIO FERNANDO VIVAS R	NOMBRE	NURTH BENAVIDEZ	NOMBRE	JOHN GALINDEZ
CARGO	RESIDENTE AUXILIAR DE OBRA	CARGO	COORDINADOR	CARGO	DIRECTOR DE OBRA
FECHA	24 de septiembre de 2015	FECHA		FECHA	

## Anexo P. Registro Fotográfico Antes y Después

REGISTRO FOTOGRAFICO	
MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VIA GUAITARILLA - ARRAYANES	
REGISTRO FOTOGRAFICO ANTES - DESPUES	
CONTRATISTA DE OBRA:	DEPARTAMENTO
<b>JOHN JAIRO GALINDEZ SANTANDER</b>	<b>NARIÑO</b>
INTERVENTORIA DE OBRA:	MUNICIPIO:
<b>JAIRO NARVAEZ BRAVO</b>	<b>GUAITARILLA</b>
ANTES	DESPUES
	
<p>FOTOGRAFIA 1. baches, fallos y vegetación abundante en margen vial K4+800</p>	<p>FOTOGRAFIA 2. Extension de material de mejoramiento, trazado de cunetas y roceria K4+800</p>
	
<p>FOTOGRAFIA 3. Socavacion longitudinal en talud margen derecho K0+490</p>	<p>FOTOGRAFIA 4. Construcción de filtro que capta la escorrentia del talud adyacente en el margen derecho K0+490</p>



FOTOGRAFIA 5. Alcantarilla en mal estado estructural, presenta muy poca capacidad de drenaje K4+905



FOTOGRAFIA 6. Alcantarilla terminada, la capacidad de drenaje es de 36" y cumple la normatividad vigente K4+905



FOTOGRAFIA 7. Banca en riego de calapra, margen izquierda K7+648



FOTOGRAFIA 8. Construcción de muro de contención en concreto reforzado, margen izquierda K7+648



FOTOGRAFIA 9. Sector en riego en regular estado K0+200



FOTOGRAFIA 10. Sector pavimentada en concreto rígido K0+200



FOTOGRAFIA 11. Vegetación excesiva al margen derecha de la vía K4+000



FOTOGRAFIA 12. Dormante y limpieza de vegetación en el margen derecha de la vía K4+000



FOTOGRAFIA 13. Alcantarilla colmatada K5+344



FOTOGRAFIA 14. Limpieza manual de alcantarilla K5+344



FOTOGRAFIA 15. Construcción de sumidera K0+154



FOTOGRAFIA 16. Sumidera con rejilla y tapa en concreto K0+154



FOTOGRAFIA 17. Riezo de calapra de la banca, margen izquierda K0+200



FOTOGRAFIA 18. Mura de contencion en concreto ciclópico K0+200



FOTOGRAFIA 19. Calapra de banca, margen izquierda K5+640



FOTOGRAFIA 20. Mura de contencion en concreto ciclópico K5+640

<b>INSPECCIÓN</b>		<b>SUPERVISOR DE OBRAS/ DIRECTOR DE PROYECTO</b>
<b>FIRMA:</b>		<b>FIRMA:</b>
<b>NOMBRE: DARIO F TIVAS R</b>		<b>NOMBRE: JOHN GALINDEZ</b>

## **Anexo Q. Reportes Adicionales**

- Planos levantamiento topográfico K0+000 – K7+947
- Inventario alcantarillas de 36" a reconstruir
- Flujo de fondos mensual
- Cálculo de rendimientos de mano de obra
- Cálculo de rendimientos de maquinaria
- Actas parciales
- Actas de modificación de cantidades
- Acta recibo final