



***EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL – PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS O CORRECTIVAS EN LA ZONA CALLE 8 ENTRE CARRERAS 3 Y 3A DEL MUNICIPIO DE CACHIPAY – CUNDINAMARCA.***

**Presentado por:**

**Ingeniero. JONNATHAN ALFREDO CRUZ SARMIENTO**

**Ingeniero. MARLIO MARIN RESTREPO**

**Tutor del proyecto:**

**Ingeniero. CESAR AUGUSTO PALOMINO SAAVEDRA**



**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DIRECCIÓN DE POSGRADOS**

**ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE PAVIEMNTOS**

**2018**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

**DIRECTOR**

---

**JURADO**

**Bogotá, Junio 23 de 2018**

## RESUMEN

Los métodos de inspección visual de pavimentos flexibles VIZIR y PCI son procedimientos aplicados para la determinación del deterioro de carreteras a partir de la observación de la condición superficial y así establecer las medidas preventivas o correctivas que se deberían aplicar al tramo en estudio, en el caso del deterioro observado en la urbanización Camino Real del municipio de Cachipay Cundinamarca, cada método describe un nivel de severidad del deterioro para así poder determinar las medidas que más se ajusten a la solución de la problemática de la vía con el planteamiento de medidas correctivas.

El siguiente trabajo es un estudio de métodos de inspección visual de pavimentos flexibles que tiene como objetivo evaluación de pavimento flexible aplicando métodos de inspección visual – planteamiento de medidas preventivas o correctivas en la zona calle 8 entre carreras 3 y 3a del municipio de Cachipay – Cundinamarca. El trabajo se desarrolló A través de los métodos PCI y VIZIR de inspección visual de pavimento flexible establecer un grado de afectación de la vía calle 8 entre carreras 3 y 3A del municipio de Cachipay – Cundinamarca, evaluar la diferencia existente en los resultados del diagnóstico entre las metodologías en función de la clasificación del índice estado superficial, analizar los diferentes métodos de inspección visual para establecer si con base en los resultados es prudente tomar una decisión para manejar las afectaciones y proponer medidas preventivas o correctivas a nivel conceptual. Esta investigación fue posible realizarla gracias al trabajo conjunto del ingeniero Jonnathan Alfredo Cruz Sarmiento y el ingeniero Marlio Marin Restrepo quienes aportaron al desarrollo de este documento realizando métodos de inspección visual. Sin el trabajo conjunto no hubiese sido posible realizar esta investigación y llegar a los resultados obtenidos. Las partes A y B de este trabajo se presentan en un solo documento que compila los resultados encontrados por los autores.

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....   | 7  |
| 2. JUSTIFICACIÓN .....  | 8  |
| 3. OBJETIVO GENERAL .....   | 9  |
| 3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....  | 9  |
| 4. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....   | 10 |
| 5. ESTADO DEL ARTE .....  | 11 |
| 5.1 MÉTODO DE INSPECCIÓN DE PAVIMENTOS PCI – NORMA ASTM D6433-07 .....                        | 11 |
| 5.1.1. MUESTREO .....   | 13 |
| 5.1.2. Calidad del tránsito: .....  | 14 |
| 5.1.3. Cálculo de los valores deducidos para la vía de estudio y densidad de los daños: ..... | 15 |
| 5.1.4. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos: .....                        | 16 |
| 5.1.5. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV): .....                               | 16 |
| 5.1.6. CALCULO DEL PCI .....  | 18 |
| 5.2. MÉTODO VIZIR .....   | 18 |
| 6. REGISTRO FOTOGAFICO DE LA ZONA AFECTADA .....  | 23 |
| 7. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DE DRENAJE .....  | 26 |
| 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....   | 27 |
| 9. PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS CORRECTIVAS .....   | 28 |
| 10. CONCLUSIONES .....  | 29 |
| 11. REFERENCIAS .....   | 30 |
| 12. ANEXOS .....  | 32 |

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. LOCALIZACION DEL ESTUDIO
- Figura 2. DAÑO TIPO PIEL DE COCODRILO
- Figura 3. DAÑO TIPO AGRIETAMIENTO EN BLOQUE
- Figura 4. DAÑO TIPO HUNDIMIENTO
- Figura 5. DAÑO TIPO GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
- Figura 6. DAÑO TIPO HUECO
- Figura 7. DAÑO TIPO DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO GRUESO
- Figura 8. ARRASTRE DE MATERIALES HACIA OBRAS DE DRENAJE

## LISTA DE TABLAS

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Tabla 1 Fuente: RANGOS DE CLASIFICACION INGEPAV (Ingeniería de Pavimentos). Luis Ricardo Vázquez..... | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Tabla 2 Lista de daños en el método PCI.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Tabla 3 Clasificación de daño .....   | 12                                   |
| Tabla 4 Relación de Muestreo .....  | 13                                   |
| Tabla 5 Tipo de fallos.....   | 14                                   |
| Tabla 6 Graficas de tipo de daños.....  | 15                                   |
| Tabla 7 Tabla de valores deducidos en daños .....   | 16                                   |
| Tabla 8 Relación de máximo valor deducido corregido. ....   | 17                                   |
| Tabla 9 Relación del valor deducido Total.....  | 17                                   |
| Tabla 10 Relación de daños sobre vía afectada.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Tabla 11 Deterioro tipo A .....   | 19                                   |
| Tabla 12 Deterioro tipo B .....   | 19                                   |
| Tabla 13 Formato de toma de datos .....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Tabla 14 Formato de toma de datos .....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo muestra un comparativo de dos métodos de inspección visual de pavimentos flexibles, establece si coinciden en la calificación de las afectaciones de la vía estudiada y si es posible tomar decisiones con respecto al manejo correctivo de las fallas del pavimento.

La vía estudiada corresponde a la calle 8 entre carreras 3 y 3A del municipio de Cachipay – Cundinamarca, construida en el año 2009 en pavimento asfáltico y presenta afectaciones homogéneas en toda su longitud con diferentes grados de severidad. El interés de la utilización de los métodos de inspección visual en esta vía es establecer las causas de las afectaciones y presentar una propuesta de medidas para la corrección de las afectaciones ya que la situación afecta mucho la movilidad de la zona y genera malestar en la comunidad de Cachipay.

En Colombia existe una preocupación por la calidad de la infraestructura vial actual, la cual tiene muchas falencias con respecto a la cantidad de vías y calidad de las mismas, estas falencias tienen muchas causas como los malos procesos constructivos, calidad de los materiales, mala operación y mantenimiento de las vías, entre otros.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La problemática de la urbanización Camino Real del municipio de Cachipay Cundinamarca está generando un malestar general en la comunidad que exige que se tomen medidas correctivas para mejorar la movilidad del sector.

Basados en la problemática presente en el sitio de estudio relacionada con el alto deterioro del pavimento existente, se plantea en el presente trabajo evaluar el pavimento mediante los métodos de inspección visual VIZIR y PCI.

Estos métodos son procedimientos de bajo costo que si se abordan de una manera adecuada pueden representar una solución para la toma de decisiones de ejecución de obras correctivas que mejoren el nivel de servicio de un pavimento flexible en este caso particular.



### **3. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el grado de deterioro del pavimento flexible de la vía calle 8 entre carreras 3 y 3A del municipio de Cachipay – Cundinamarca mediante de la inspección visual de pavimento flexible utilizando los métodos PCI y VIZIR. Con base en la evaluación plantear de manera conceptual posibles medidas preventivas o correctivas que apliquen.

#### **3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ A través de los métodos PCI y VIZIR de inspección visual de pavimento flexible establecer un grado de afectación de la vía calle 8 entre carreras 3 y 3A del municipio de Cachipay – Cundinamarca.
- ✓ Evaluar la diferencia existente en los resultados del diagnóstico entre las metodologías en función de la clasificación del índice estado superficial.
- ✓ Analizar los diferentes métodos de inspección visual para establecer si con base en los resultados es prudente tomar una decisión para manejar las afectaciones.
- ✓ Proponer medidas preventivas o correctivas a nivel conceptual.

#### 4. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO



Figura 1. LOCALIZACIÓN DE ESTUDIO POR TRAMOS  
Fuente: Google Maps, Diciembre de 2012.

La vía de estudio se dividió en tres tramos cada uno de 100m, los primeros 42m son el acceso a la urbanización y luego por conveniencia se continúa en la vía señalada como tramo 1 y continúa hasta la abscisa 300. La vía fue construida en el año 2009 y en el 2017 se hizo una reconstrucción desde las abscisas K0+000 a K0+042.

## 5. ESTADO DEL ARTE

### **5.1 MÉTODO DE INSPECCIÓN DE PAVIMENTOS PCI – NORMA ASTM**

#### **D6433-07**

El método PCI consiste en hacer una calificación del deterioro de pavimento a través de inspecciones visuales que se calculan obteniendo una clasificación de acuerdo a la severidad y cantidad que se encuentren de cada clase de falla. El método tiene un rango de 0 a 100.

De los resultados obtenidos se debería poder hacer un diagnóstico y definir unas medidas preventivas o correctivas para alargar la vida útil de la superficie de rodadura.

De acuerdo con la severidad y cantidad de cada tipo de daño reportado, el método se basa en los valores deducidos.

#### ***Rangos de clasificación:***

| <b>RANGO</b> | <b>CLASIFICACIÓN</b> |
|--------------|----------------------|
| 85-100       | EXCELENTE            |
| 70-85        | MUY BUENO            |
| 55-70        | BUENO                |
| 40-55        | REGULAR              |
| 25-40        | MALO                 |
| 10-25        | MUY MALO             |
| 0-10         | FALLADO              |

Tabla 1. RANGOS DE CLASIFICACION PCI  
Fuente: INGEPAV (Ingeniería de Pavimentos). Luis Ricardo Vásquez.

#### ***Lista de daños que contempla el método para vías en pavimento flexible:***

| <b>No.</b> | <b>DAÑO</b>             |
|------------|-------------------------|
| 1          | Piel de cocodrilo       |
| 2          | Exudación               |
| 3          | Agrietamiento en bloque |

|    |  |
|----|--|
| 4  | Abultamientos y hundimientos           |
| 5  | Corrugación                            |
| 6  | Depresión                              |
| 7  | Grieta de borde                        |
| 8  | Grieta de reflexión de juntas PCCP     |
| 9  | Desnivel carril / berma                |
| 10 | Grietas longitudinales y transversales |
| 11 | Parcheos y acometidas de servicios     |
| 12 | Pulimento de agregados                 |
| 13 | Huecos                                 |
| 14 | Cruce de vía férrea                    |
| 15 | Ahuellamiento                          |
| 16 | Desplazamiento                         |
| 17 | Grieta parabólica o por deslizamiento  |
| 18 | Hinchamiento                           |
| 19 | Desprendimiento de agregado grueso     |
| 20 | Meteorización (Desgaste superficial)   |

Tabla 2. Lista de daños pavimento flexible método PCI  
Fuente: INGEPAV (Ingeniería de Pavimentos). Luis Ricardo Vásquez.

El método de auscultación PCI es implementado por el Instituto de Desarrollo Urbano de la ciudad de Bogotá para la clasificación de daños de las vías del distrito y así mismo clasificar los niveles de intervención que se le debe realizar por medio de un código de colores que se muestra en la siguiente tabla.

| PCI (IDU) |          | Actividad               |
|-----------|----------|-------------------------|
| 0-25      | Rojo     | Reconstrucción          |
| 26-55     | Naranja  | Rehabilitación          |
| 56-85     | Amarillo | Mantenimiento periódico |
| 86-100    | Verde    | Mantenimiento rutinario |

Tabla 1 Clasificación de daño  
Fuente: Instituto de desarrollo urbano (IDU)

### **5.1.1. MUESTREO**

Para vías de pavimento asfáltico y un ancho de calzada menor de 7.3m el área de muestreo debe estar en un rango de 230+-93m<sup>2</sup>.

| <b>Ancho de calzada</b> | <b>Longitud de unidad de muestreo (m)</b> |
|-------------------------|---|
| 5.0                     | 46.0                                      |
| 5.5                     | 41.8                                      |
| 6.0                     | 38.3                                      |
| 6.5                     | 35.4                                      |
| 7.3 (máximo)            | 31.5                                      |

Tabla 2 Relación de Muestreo

Fuente: INGEPAV (Ingeniería de Pavimentos). Luis Ricardo Vázquez.

#### **Unidades de muestreo:**

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e=5%).

$\sigma$ : Desviación estándar PCI entre las unidades. 10 para pavimento asfáltico.

#### **Intervalos de muestreo:**

$$i = \frac{N}{n}$$

i: Intervalo de muestreo, se aproxima al número entero inferior.

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades a evaluar.

### **5.1.2. Calidad del tránsito:**

La clasificación de calidad del tránsito es bajo, medio y alto (L, M, H), por sus iniciales en inglés.

L: Se perciben vibraciones en los vehículos que no requieren de disminución de velocidad para comodidad o seguridad, pueden ser corrugaciones o abultamientos individuales que causan un ligero rebote del vehículo generando una incomodidad baja.

M: Se requiere de una disminución en la velocidad de los vehículos, ocasionada por corrugaciones o abultamientos que causan incomodidad e inseguridad.

H: Se requiere disminuir la velocidad en una forma considerable para garantizar la seguridad, se presentan por abultamientos y hundimientos tal severos que se genera un alto potencial de inseguridad y de incomodidad.

### ***Gráficas de corrección de valores deducidos para las fallas presentes en la vía de estudio:***

En la vía de estudio se presentan las siguientes fallas:

| No. | DAÑO                                   |
|-----|--|
| 1   | Piel de cocodrilo                      |
| 3   | Agrietamiento en bloque                |
| 4   | Abultamientos y hundimientos           |
| 10  | Grietas longitudinales y transversales |
| 13  | Huecos                                 |
| 19  | Desprendimiento de agregado grueso     |

Tabla 3 Tipo de fallos  
Fuente: Elaboración propia

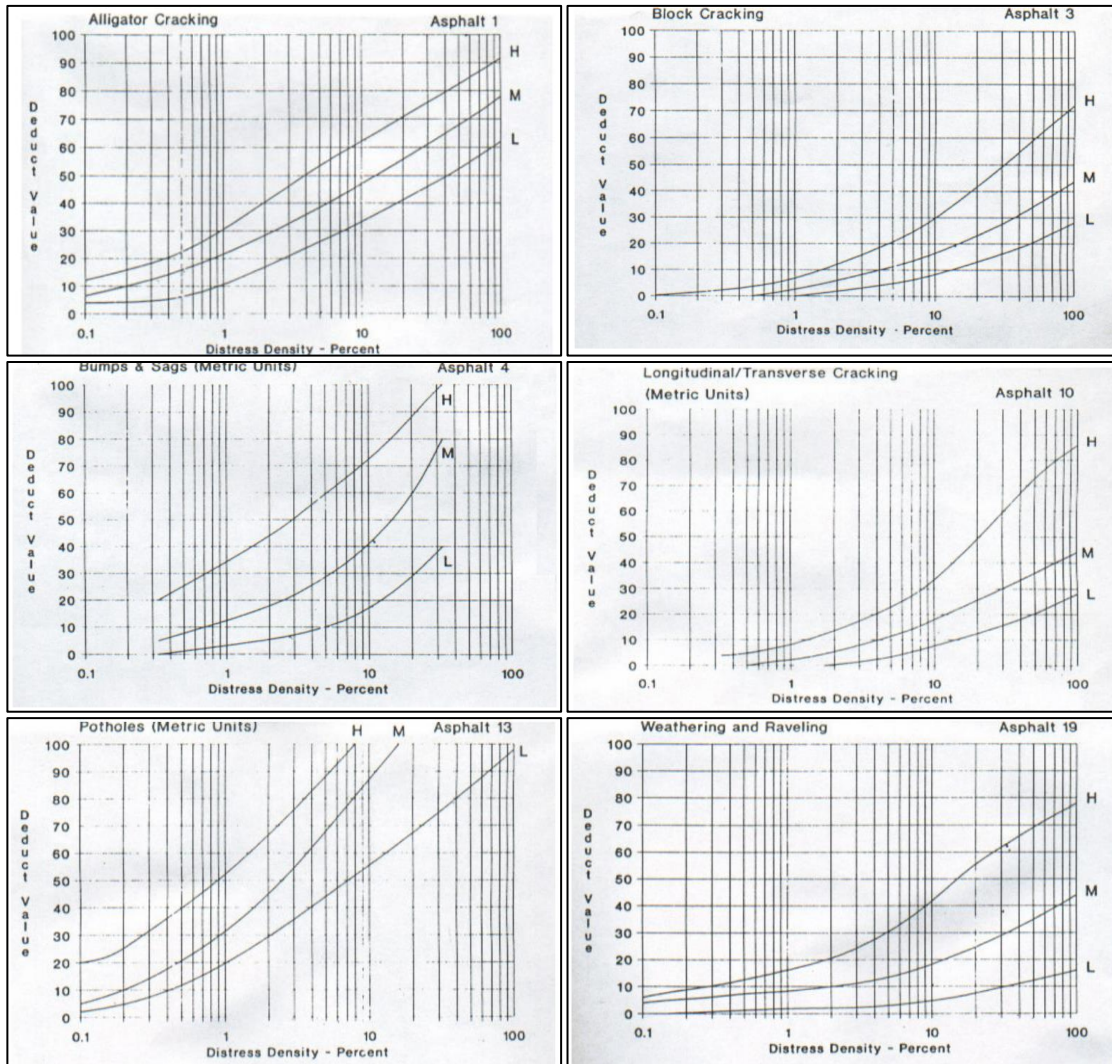


Tabla 4 Graficas de tipo de daños  
 Fuente: INGEPAV (Ingeniería de Pavimentos). Luis Ricardo Vázquez.

**5.1.3. Cálculo de los valores deducidos para la vía de estudio y densidad de los daños:**

Como la vía tiene un ancho de calzada de 7.0m se divide en 10 tramos de 30m según la recomendación del método, se estudian áreas de 210m<sup>2</sup>:

| UND | PR INICIAL | PR FINAL | AREA UNIDAD | No. DAÑO | SEVERIDAD | LARGO (m) | ANCHO (m) | AREA (m2) | DENSIDAD | V.DEDUCIDO |
|-----|------------|----------|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| 1   | K0+000     | K0+030   | 210         | 4        | L         | 2         | 1         | 2         | 1.0      | 3          |
| 1   | K0+000     | K0+030   | 210         | 10       | L         | 5         | 1         | 5         | 2.4      | 3          |
| 2   | K0+030     | K0+060   | 210         | 1        | H         | 15        | 7         | 105       | 50.0     | 83         |
| 2   | K0+030     | K0+060   | 210         | 13       | H         | 7         | 1         | 7         | 3.3      | 80         |
| 3   | K0+060     | K0+090   | 210         | 1        | H         | 25        | 3.5       | 87.5      | 41.7     | 80         |
| 3   | K0+060     | K0+090   | 210         | 13       | H         | 5         | 1         | 5         | 2.4      | 72         |
| 4   | K0+090     | K0+120   | 210         | 1        | H         | 30        | 3.5       | 105       | 50.0     | 82         |
| 4   | K0+090     | K0+120   | 210         | 3        | H         | 4         | 1.5       | 6         | 2.9      | 15         |
| 4   | K0+090     | K0+120   | 210         | 13       | H         | 4         | 1         | 4         | 1.9      | 66         |
| 4   | K0+090     | K0+120   | 210         | 19       | H         | 5         | 3.5       | 17.5      | 8.3      | 39         |
| 5   | K0+120     | K0+150   | 210         | 1        | H         | 20        | 3.5       | 70        | 33.3     | 76         |
| 5   | K0+120     | K0+150   | 210         | 10       | H         | 10        | 1         | 10        | 4.8      | 22         |
| 5   | K0+120     | K0+150   | 210         | 13       | H         | 5         | 1         | 5         | 2.4      | 72         |
| 5   | K0+120     | K0+150   | 210         | 19       | H         | 3.5       | 3.5       | 12.25     | 5.8      | 32         |
| 6   | K0+150     | K0+180   | 210         | 1        | M         | 3.5       | 2         | 7         | 3.3      | 34         |
| 6   | K0+150     | K0+180   | 210         | 19       | H         | 7         | 6         | 42        | 20.0     | 56         |
| 7   | K0+180     | K0+210   | 210         | 1        | H         | 15        | 2.5       | 37.5      | 17.9     | 69         |
| 7   | K0+180     | K0+210   | 210         | 13       | H         | 2         | 1         | 2         | 1.0      | 52         |
| 8   | K0+210     | K0+240   | 210         | 1        | H         | 25        | 4         | 100       | 47.6     | 82         |
| 8   | K0+210     | K0+240   | 210         | 10       | H         | 13        | 1         | 13        | 6.2      | 26         |
| 8   | K0+210     | K0+240   | 210         | 13       | H         | 2         | 1         | 2         | 1.0      | 52         |
| 8   | K0+210     | K0+240   | 210         | 19       | H         | 12        | 3         | 36        | 17.1     | 53         |
| 9   | K0+240     | K0+270   | 210         | 1        | H         | 20        | 3         | 60        | 28.6     | 75         |
| 9   | K0+240     | K0+270   | 210         | 13       | H         | 6         | 1         | 6         | 2.9      | 75         |
| 9   | K0+240     | K0+270   | 210         | 19       | H         | 18        | 2         | 36        | 17.1     | 53         |
| 10  | K0+270     | K0+300   | 210         | 1        | H         | 22        | 3.5       | 77        | 36.7     | 78         |
| 10  | K0+270     | K0+300   | 210         | 13       | H         | 5         | 1         | 5         | 2.4      | 72         |
| 10  | K0+270     | K0+300   | 210         | 19       | H         | 18        | 3         | 54        | 25.7     | 60         |

Tabla 5 Tabla de valores deducidos en daños  
Fuente: Elaboración propia

#### **5.1.4. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos:**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

$m_i$ : Número máximo admisible de valores deducidos para unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : Mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

#### **5.1.5. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV):**

Este valor se obtiene a través de un proceso iterativo en el cual se determina el número de valores deducidos ( $q$ ) mayores que 2.0, se determina el valor deducido total sumando todos los valores deducidos, en la curva de corrección se determina el valor deducido total (CDV), luego se reduce a 2.0 el menor de los valores deducidos repitiendo los pasos anteriores hasta obtener 1.0, el máximo CDV es el mayor de los obtenidos en este proceso.



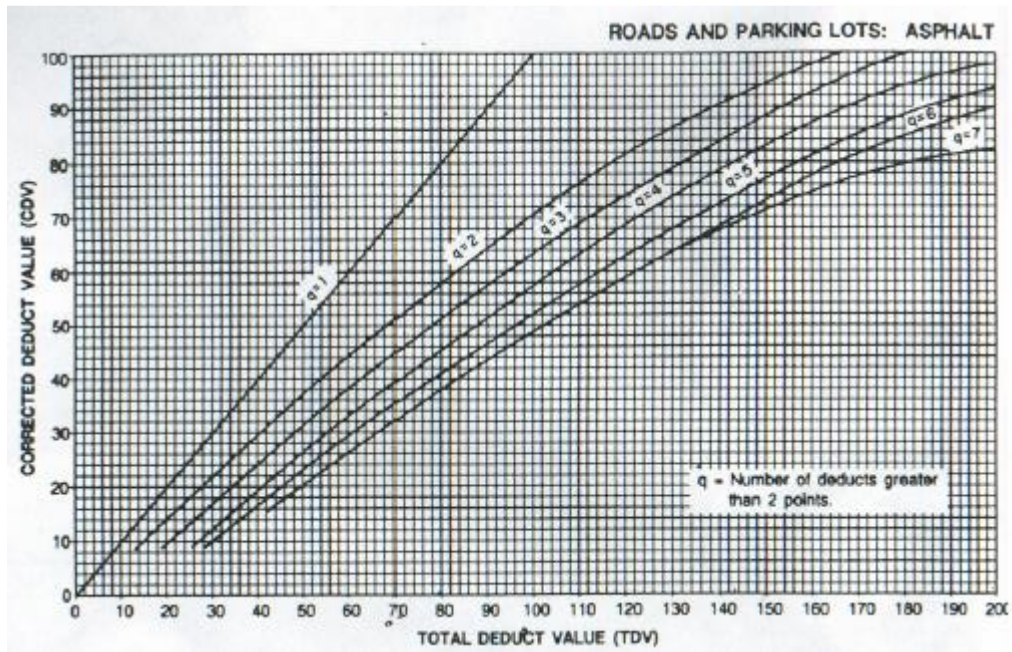


Tabla 6 Relación de máximo valor deducido corregido  
Fuente: INGEPAV (Ingeniería de Pavimentos). Luis Ricardo Vázquez.

| UND | VALORES DEDUCIDOS |    |    |    | TOTAL | q | CDV  |
|-----|-------------------|----|----|----|-------|---|------|
| 1   | 3                 | 3  |    |    | 6     | 2 | 5    |
| 1   | 3                 | 2  |    |    | 5     | 1 | 5    |
| 2   | 83                | 80 |    |    | 163   | 2 | 99   |
| 2   | 83                | 2  |    |    | 85    | 1 | 85   |
| 3   | 80                | 72 |    |    | 152   | 2 | 95   |
| 3   | 80                | 2  |    |    | 82    | 1 | 82   |
| 4   | 82                | 15 | 66 | 39 | 202   | 4 | 100  |
| 4   | 82                | 15 | 66 | 2  | 165   | 3 | 94.5 |
| 4   | 82                | 15 | 2  | 2  | 101   | 2 | 71   |
| 4   | 82                | 2  | 2  | 2  | 88    | 1 | 88   |
| 5   | 76                | 72 | 32 | 22 | 202   | 4 | 100  |
| 5   | 76                | 72 | 32 | 2  | 182   | 3 | 100  |
| 5   | 76                | 72 | 2  | 2  | 152   | 2 | 95   |
| 5   | 76                | 2  | 2  | 2  | 82    | 1 | 82   |
| 6   | 56                | 34 |    |    | 90    | 2 | 64   |
| 6   | 56                | 2  |    |    | 58    | 1 | 58   |
| 7   | 69                | 52 |    |    | 121   | 2 | 82   |
| 7   | 69                | 2  |    |    | 71    | 1 | 71   |
| 8   | 82                | 53 | 52 | 26 | 213   | 4 | 100  |
| 8   | 82                | 53 | 52 | 2  | 189   | 3 | 100  |
| 8   | 82                | 53 | 2  | 2  | 139   | 2 | 90   |
| 8   | 82                | 2  | 2  | 2  | 88    | 1 | 88   |
| 9   | 75                | 75 | 53 |    | 203   | 3 | 100  |
| 9   | 75                | 75 | 2  |    | 152   | 2 | 95   |
| 9   | 75                | 2  | 2  |    | 79    | 1 | 79   |
| 10  | 78                | 72 | 60 |    | 210   | 3 | 100  |
| 10  | 78                | 72 | 2  |    | 152   | 2 | 95   |
| 10  | 78                | 2  | 2  |    | 82    | 1 | 82   |

Tabla 7 Relación del valor deducido Total  
Fuente: Elaboración propia

$$PCI = 100 - \text{Máximo } CDV = 100 - 18 = 82$$

### **5.1.6. CALCULO DEL PCI**

Para obtener el valor del PCI se emplea el valor promedio de los resultados obtenidos anteriormente:

| <b>UND</b> | <b>CDV</b> | <b>PCI</b> | <b>ACTIVIDAD</b>               |
|------------|------------|------------|--------------------------------|
| 1          | 5          | 95         | <i>Mantenimiento rutinario</i> |
| 2          | 99         | 1          | <i>Reconstrucción</i>          |
| 3          | 95         | 5          | <i>Reconstrucción</i>          |
| 4          | 100        | 0          | <i>Reconstrucción</i>          |
| 5          | 100        | 0          | <i>Reconstrucción</i>          |
| 6          | 64         | 36         | <i>Rehabilitación</i>          |
| 7          | 82         | 18         | <i>Reconstrucción</i>          |
| 8          | 100        | 0          | <i>Reconstrucción</i>          |
| 9          | 100        | 0          | <i>Reconstrucción</i>          |
| 10         | 100        | 0          | <i>Reconstrucción</i>          |

Tabla 10. Grafica valor PCI y actividades recomendadas IDU  
Fuente: Elaboración propia

### **5.3. MÉTODO VIZIR**

Es una metodología de origen francés, este método hace una clasificación del deterioro del pavimento en dos categorías, A y B. Los deterioros del tipo A se caracterizan una condición estructural del pavimento: estos deterioros comprenden las deformaciones y los fisuramientos ligados a la fatiga del pavimento. Los deterioros del tipo B, son de tipo funcional y se pueden citar los deterioros generados por condiciones distintas a la fatiga, los desprendimientos y los afloramientos.

En este método también hay una clasificación según su nivel de gravedad del deterioro en 1, 2 y 3. Se realiza la evaluación de secciones de longitudes de 100m.

## Deterioros tipo A

| DETERIORO   | NIVEL DE GRAVEDAD  |  |  |
|---|--|--|--|
|   | 1  | 2  | 3  |
| Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales | Sensible al usuario pero poco importante. Prof. < 20mm   | Deformaciones inportates, hundimientos localizados o ahuellamientos. 20mm≤Prof.≤40mm.                                | Deformaciones que afectan de manera importante la comodidad y la seguridad de los usuarios. Prof.>40mm   |
| Fisuras longitudinales por fatiga                 | fisuras en la huella de rodamiento.<6mm  | Fisuras abiertas y a menudo ramificadas.   | Fisuras muy ramificadas y/o muy abiertas. Bordes de fisuras ocasionalmente degradados.   |
| Piel de cocodrilo                                 | Piel de cocodrilo formada por mallas (>500mm), con fisuración fina, sin pérdida de materiales. | Mallas mas densas (< 500mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimiento y ojos de pescado en formación. | Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (< 200mm), con perdida ocasional o generalizada de materiales. |
| Bacheos y parcheos                                | Intervención de superficie ligada a deterioros del tipo B.                                     | Intervenciones ligadas a deterioros del tipo A<br>Comportamiento satisfactorio de la reparación.                     | Ocurrencia de fallas en zonas reparadas.   |

Tabla 8 Deterioro tipo A.

Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. INVIAS

## Deterioros tipo B

| DETERIORO  | NIVEL DE GRAVEDAD                                |       |  |        |   |        |
|--|--|-------|--|--------|---|--------|
|  | 1  |       | 2  |        | 3   |        |
| Fisura longitudinal de junta de construcción                               | Fina y única < 6mm                               |       | Ancha (≤ 6mm) sin desprendimiento o fina ramificada.                                   |        | Ancha (≤ 6mm) con desprendimiento o ramificada.   |        |
| Fisuras de contracción térmica.  | Fisuras finas < 6mm                              |       | Anchas (≤ 6mm) sin desprendimiento, o finas con desprendimiento o fisuras ramificadas. |        | Ancha (≤ 6mm) con desprendimientos.   |        |
| Fisuras parabólicas  | Fisuras finas < 6mm                              |       | Anchas (≤ 6mm) sin desprendimientos.   |        | Ancha (≤ 6mm) con desprendimientos.   |        |
| Fisuras de borde   | Fisuras finas < 6mm                              |       | Anchas (≤ 6mm) sin desprendimientos.   |        | Ancha (≤ 6mm) con desprendimientos.   |        |
| Abultamientos  | h < 20mm   |       | 20mm ≤ 40mm  |        | h > 40mm  |        |
| Ojos de pescado *<br>(por cada 100m)                                       | Cantidad   | <5    | 5 a 10   | < 5    | > 10  | 5 a 10 |
|  | Diámetro (mm)                                    | ≤ 300 | ≤ 300  | ≤ 1000 | ≤ 300   | ≤ 1000 |
| Desprendimientos:<br>Pérdida de película ligante.<br>Pérdida de agregados. | Pérdidas aisladas                                |       | Pérdidas continuas   |        | Pérdidas generalizadas y muy marcadas.  |        |
| Descascaramiento   | Prof. (mm)                                       | ≤ 25  | ≤ 25   | > 25   | > 25  |        |
|  | Área (m2)  | ≤ 0.8 | > 0.8  | ≤ 0.8  | > 0.8   |        |
| Pulimento de agregados   | Longitud comprometida < 10% de la sección (100m) |       | Longitud comprometida ≥ 10% a ≤ 50% de la sección (100m).                              |        | Longitud comprometida > 50% de la sección (100m).                                       |        |
| Exudación  | Puntual, área específica                         |       | Continua sobre las trayectorias por donde circulan las ruedas del vehículo.            |        | Continua y muy marcada, en diversas áreas.  |        |
| Afloramientos:<br>De mortero<br>De agua                                    | Localizados y apenas perceptibles.               |       | Intensos   |        | Muy intensos  |        |
| Desintegración de los bordes del pavimento.                                | Inicio de desintegración, sectores localizados.  |       | La calzada ha sido afectada en un ancho de 500mm o más.                                |        | Erosión extrema que conduce a la desintegración del revestimiento.                      |        |
| Escalonamiento entre calzada y berma.                                      | Desnivel entre 10mm y 50mm.                      |       | Desnivel entre 50mm y 100mm  |        | Desnivel superior a 100mm.  |        |
| Erosión de las bermas  | Erosión incipiente                               |       | Erosión pronunciada  |        | La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios. |        |
| Segregación  | Longitud comprometida < 10% de la sección (100m) |       | Longitud comprometida ≥ 10% a ≤ 50% de la sección (100m).                              |        | Longitud comprometida > 50% de la sección (100m).                                       |        |

Tabla 9 Deterioro tipo B

Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. INVIAS

**Registro de datos de la vía de estudio en los formatos correspondientes del Instituto Nacional de Vías INVIAS:**

| FORMATO B.2 RESUMEN DETERIOROS DEL TIPO "A" EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA CARRETERAS |                          |                      |   |       |             |             |             |             |                                   |                                    |             |                           |              |             |                    |            |             |   |          |   |
|--|--------------------------|----------------------|---|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------|---------------------------|--------------|-------------|--------------------|------------|-------------|---|----------|---|
| POR SECCIÓN 100 m  |                          |                      |   |       |             |             |             |             |                                   |                                    |             |                           |              |             |                    |            |             |   |          |   |
| Nombre de la carretera: Acceso Urbanización Camino Real                              |                          |                      |   |       |             |             |             |             |                                   | Proyecto: Proyecto académico       |             |                           |              |             |                    |            |             |   |          |   |
| Código de la carretera:  |                          |                      |   |       |             |             |             |             |                                   | Elaboró: Mario Marín-Jonathan Cruz |             |                           |              |             |                    |            |             |   |          |   |
| PR: KO+000 al PR KO+300  |                          |                      |   |       |             |             |             |             |                                   | Fecha(dd/mm/aa): 14 5 2018         |             |                           |              |             |                    |            |             |   |          |   |
| Aprobó:  |                          |                      |   |       |             |             |             |             |                                   | Fecha(dd/mm/aa):                   |             |                           |              |             |                    |            |             |   |          |   |
|  |                          |                      |   |       |             |             |             |             |                                   | Hoja: 3 de 3                       |             |                           |              |             |                    |            |             |   |          |   |
| PR   | Longitud de Muestreo (m) | Ancho de calzada (m) | Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales |       |             |             |             |             | Fisuras longitudinales por fatiga |                                    |             | Fisuras piel de cocodrilo |              |             | Bacheos y parcheos |            |             | Nivel de Gravedad Representativo G <sub>R</sub> |          |   |
|  |                          |                      | DE  | HASTA | AH Long (m) | DL Long (m) | DT Long (m) | Deterioro % | Gravedad                          | FLF Long (m)                       | Deterioro % | Gravedad                  | FPC Long (m) | Deterioro % | Gravedad           | B Long (m) | Deterioro % |   | Gravedad |   |
| KO+000   | KO+100                   | 100                  | 7   |       | 2.00        |             | 1           | 1           | 1.00                              |                                    | 0           |                           | 28           | 28          | 2                  |            | 0           |   | 2        |   |
| KO+100   | KO+200                   | 100                  | 7   |       | 38.00       |             | 38          | 38          | 3.00                              |                                    | 17.00       | 17                        | 3            | 68.5        | 69                 | 3          |             | 0   |          | 3 |
| KO+200   | KO+300                   | 100                  | 7   |       | 29.00       |             | 29          | 29          | 3.00                              |                                    | 19          | 19                        | 3            | 67          | 67                 | 3          |             | 0   |          | 3 |

**AH:** Ahuellamiento **DL:** Depresiones o hundimientos longitudinales **DT:** Depresiones o hundimientos transversales  
**FLF:** Fisuras longitudinales por fatiga **FPC:** Fisuras piel de cocodrilo **B:** Bacheos y parcheos

Nivel de Gravedad Representativo (G<sub>R</sub>): Si G<sub>k</sub> < 1.5 se toma 1  
Si 1.5 ≤ G<sub>k</sub> < 2.5 se toma 2 Si G<sub>k</sub> ≥ 2.5 se toma 3

FORM 2 - FEB 08

Tabla 13. Formato B2. Resumen de deterioros del tipo "A"  
Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. INVIAS

| FORMATO B.3 RESUMEN DETERIOROS DEL TIPO "B" EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA CARRETERAS |                          |                      |         |      |     |    |    |    |   |                              |    |   |    |    |             |    |    |     |                 |                                    |  |  |               |  |  |  |  |  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--------------------------|----------------------|---------|------|-----|----|----|----|---|------------------------------|----|---|----|----|-------------|----|----|-----|-----------------|------------------------------------|--|--|---------------|--|--|--|--|--|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| POR SECCIÓN 100 m  |                          |                      |         |      |     |    |    |    |   |                              |    |   |    |    |             |    |    |     |                 |                                    |  |  |               |  |  |  |  |  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Nombre de la carretera: Proyecto académico   |                          |                      |         |      |     |    |    |    |   | Proyecto: Proyecto académico |    |   |    |    |             |    |    |     |                 | Elaboró: Mario Marín-Jonathan Cruz |  |  |               |  |  |  |  |  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Código de la carretera: X  |                          |                      |         |      |     |    |    |    |   | PR: 0 al PR 0                |    |   |    |    |             |    |    |     |                 | Fecha(dd/mm/aa): 13 6 2018         |  |  |               |  |  |  |  |  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Aprobó:  |                          |                      |         |      |     |    |    |    |   | Fecha(dd/mm/aa):             |    |   |    |    |             |    |    |     |                 | Hoja: 2 de 3                       |  |  |               |  |  |  |  |  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PR   | Longitud de Muestreo (m) | Ancho de calzada (m) | Fisuras |      |     |    |    |    |   |                              |    |   |    |    | Deformación |    |    |     | Desplazamientos |                                    |  |  | Afloramientos |  |  |  |  |  | Otros Deterioros |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |                          |                      | FLJ     | FTJ  | FCT | FP | FB | DM | O | PL                           | PA | D | PJ | EX | AM          | AA | DB | ECB | EB              | S                                  |  |  |               |  |  |  |  |  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| KO+000   | KO+100                   | 100                  | 7       | 3.00 | 2   |    |    |    |   |                              |    |   |    |    |             |    |    |     |                 |                                    |  |  |               |  |  |  |  |  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| KO+100   | KO+200                   | 100                  | 7       |      |     |    |    |    |   |                              |    |   |    |    |             |    |    |     |                 |                                    |  |  |               |  |  |  |  |  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| KO+200   | KO+300                   | 100                  | 7       |      |     |    |    |    |   |                              |    |   |    |    |             |    |    |     |                 |                                    |  |  |               |  |  |  |  |  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**FLJ:** Fisura longitudinal de junta de construcción **FTJ:** Fisura transversal de junta de construcción **FCT:** Fisura de Contracción térmica **FP:** Fisura parabólica **FB:** Fisura de borde **O:** Ojos de pescado **DM:** Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla **PL:** Pérdida de la película de ligante **PA:** Pérdida de agregado **D:** Descascaramiento **PJ:** Pulimento de agregado **EX:** Exudación **AM:** Afloramiento de mortero **AA:** Afloramiento de agua **DB:** Desintegración de los bordes de pavimento **ECB:** Escalonamiento entre calzada y berma **EB:** Erosión de las bermas **S:** Segregación **G:** Gravedad

FORM 3 - FEB 08

Tabla 14. Formato B3. Resumen de deterioros del tipo "B"  
Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. INVIAS

**Nivel de deterioro:**

El nivel representativo de deterioro de la sección se establece como un promedio ponderado mediante la siguiente expresión:

$$G = \frac{l_1 + 2l_2 + 3l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$$

Donde:

$l_1$ : Longitud ocupada por el deterioro con gravedad "i" dentro del tramo bajo evaluación.

El resultado obtenido de la anterior ponderación se debe redondear de acuerdo con los siguientes criterios:

- Si  $G < 1.5$  se debe tomar 1.
- Si  $1.5 \leq G < 2.5$  se debe tomar 2.
- Si  $G \geq 2.5$  se debe tomar 3.

La guía que implementa el método Vizir no considera unos tipos de daños:

- Fisuramientos en forma de media luna o longitudinales presentes en taludes exteriores de secciones de pavimento a media ladera.
- Fisuramientos que vienen acompañados de levantamiento de la calzada que pudo ser afectada por un movimiento rotacional de talud de corte.
- Fisuramientos y deformaciones excesivas de terraplenes construidos con suelos altamente expansivos, contráctiles o con poca capacidad portante.
- Deformaciones ocasionadas por inestabilidades locales o regionales.

Determinación del índice de deterioro superficial ( $I_s$ ):

- Los daños tipo B requieren de labores de mantenimiento con base en la existencia del daño.
- Los daños tipo A requieren de importantes intervenciones de rehabilitación con base en los factores asociados al daño.

Determinación del índice de fisuración ( $I_f$ ):

- ✓ Gravedad y extensión de los fisuramientos de tipo estructural.

Determinación del índice de deformación ( $I_d$ ):

- ✓ Gravedad y extensión de deformaciones de origen estructural.

#### **RANGOS DE INDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL ( $I_s$ ):**

| CATEGORIA            | $I_s$ |
|----------------------|-------|
| Condición buena      | 1-2   |
| Condición marginal   | 3-4   |
| Condición deficiente | 5-6-7 |

Tabla 15. Categorías de condición del deterioro

Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. INVIAS

1-2: Pavimentos con deformaciones y fisuramientos limitados que en general tienen buen aspecto, Se requiere una intervención de mantenimiento rutinario.

3-4: Pavimentos con fisuración de origen estructural y sin deformaciones o pavimentos con deformaciones pero sin fisuramiento. Se requiere intervenciones de rehabilitación de mediana intensidad.

5-7: Pavimentos con presencia de fisuramiento y deformaciones abundantes. Requieren de intervenciones importantes de rehabilitación.


**FORMATO B.4 RESUMEN CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL Is**

**POR SECCIÓN 100 m**

Nombre de la carretera: Proyecto académico Proyecto: Proyecto académico

Código de la carretera: X Elaboró: Marlo Marin -Jonathan Cruz Fecha(dd/mm/aa): 13 6 2018

PR: 0 al PR PR83+300 Aprobó: Fecha(dd/mm/aa): Hoja: 3 de: 3



Examen Visual

|          |   | Extensión |           |        |
|----------|---|-----------|-----------|--------|
|          |   | 0 a 10 %  | 10 a 50 % | > 50 % |
| Gravedad | 1 | 1         | 2         | 3      |
|          | 2 | 2         | 3         | 4      |
|          | 3 | 3         | 4         | 5      |

(1) Índice de Fisuración If

Primer Cálculo del Índice de Deterioro, Id

|     |     | If |     |   |     |
|-----|-----|----|-----|---|-----|
|     |     | 0  | 1-2 | 3 | 4-5 |
| Id  | 0   | 1  | 2   | 3 | 4   |
|     | 1-2 | 3  | 3   | 4 | 5   |
|     | 3   | 4  | 5   | 5 | 6   |
| 4-5 | 5   | 6  | 7   | 7 |     |

Índice de Deterioro Superficial Is

|          |   | Extensión |           |        |
|----------|---|-----------|-----------|--------|
|          |   | 0 a 10 %  | 10 a 50 % | > 50 % |
| Gravedad | 1 | 0         | 0         | 0      |
|          | 2 | 0         | 0         | +1     |
|          | 3 | 0         | +1        | +1     |

Corrección por reparación

(1) Cálculo efectuado separadamente de la fisuración longitudinal y la fatiga. Se adopta el mayor de los dos valores calculados.

| PR     | Cálculo del Índice de Fisuración (If)   |          |       |       |                                 |          |       |                           | Cálculo del Índice de Deformación (Id)                         |    |                           | Corrección y Cálculo Índice de Deterioro Superficial |                    |            | Categoría |  |                    |
|--------|---|----------|-------|-------|---------------------------------|----------|-------|---------------------------|--|----|---------------------------|--|--------------------|------------|-----------|--|--------------------|
|        | Fisuras longitudinales por fatiga (FLF) |          |       |       | Fisuras piel de cocodrilo (FPC) |          |       |                           | Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales (AH, DL, DT) |    |                           | Índice de Deterioro Superficial Inicial Is           | Bacheos y parcheos |            |           | Índice de Deterioro Superficial Final Is |                    |
|        | Extensión % de longitudud               | Gravedad | If(1) | If(1) | Extensión % de longitudud       | Gravedad | If(2) | Extensión % de longitudud | Gravedad   | Id | Extensión % de longitudud |  | Gravedad           | Corrección |           |  |                    |
| DE     | HASTA                                   |          |       |       |                                 |          |       |                           |  |    |                           |  |                    |            |           |  |                    |
| K0+000 | K0+100                                  | 0        | 0     | 0     | 28                              | 2        | 3     | 3                         | 1  | 1  | 1                         | 4  | 0                  | 0          | 0         | 4  | condición marginal |
| K0+100 | K0+200                                  | 17       | 3     | 4     | 69                              | 3        | 5     | 5                         | 38   | 3  | 4                         | 7  | 0                  | 0          | 0         | 7  | condición mala     |
| K0+200 | K0+300                                  | 19       | 3     | 4     | 67                              | 3        | 5     | 5                         | 29   | 3  | 4                         | 7  | 0                  | 0          | 0         | 7  | condición mala     |

**FLF:** Fisuras longitudinales por fatiga **FPC:** Fisuras piel de cocodrilo **AH:** Ahuellamiento **DL:** Depresiones o hundimientos longitudinales  
**DT:** Depresiones o hundimientos transversales **B:** Bacheos y parcheos

FORM 2 - FEB 08

Tabla 16 Formato B4. Resumen cálculo del índice de deterioro superficial "Is"  
Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. INVIAS

## 6. REGISTRO FOTOGAFICO DE LA ZONA AFECTADA

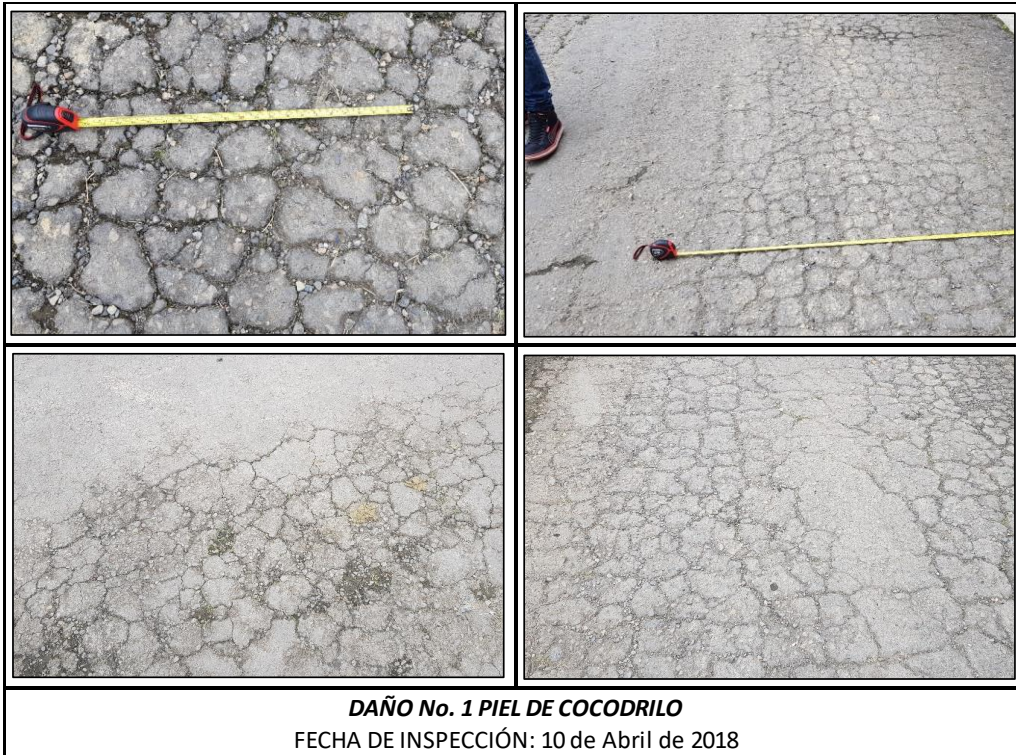


Figura 2. DAÑO TIPO PIEL DE COCODRILO

Fuente: Propia.

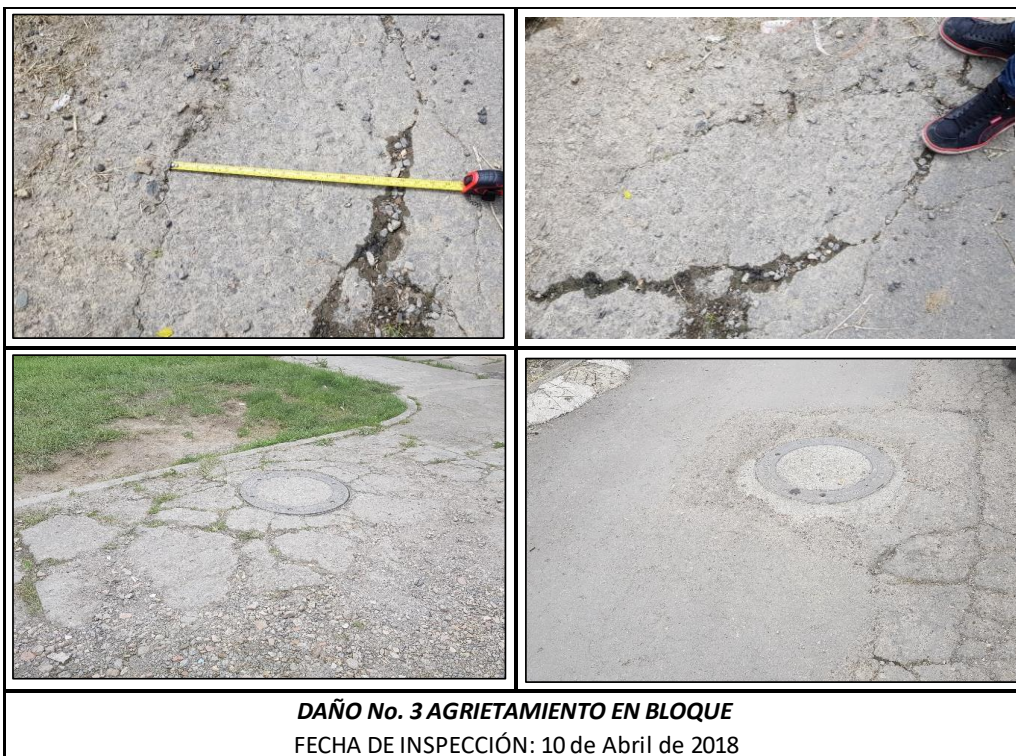


Figura 3. DAÑO TIPO AGRIETAMIENTO EN BLOQUE

Fuente: Propia.



Figura 4. DAÑO TIPO HUNDIMIENTO  
Fuente: Propia.

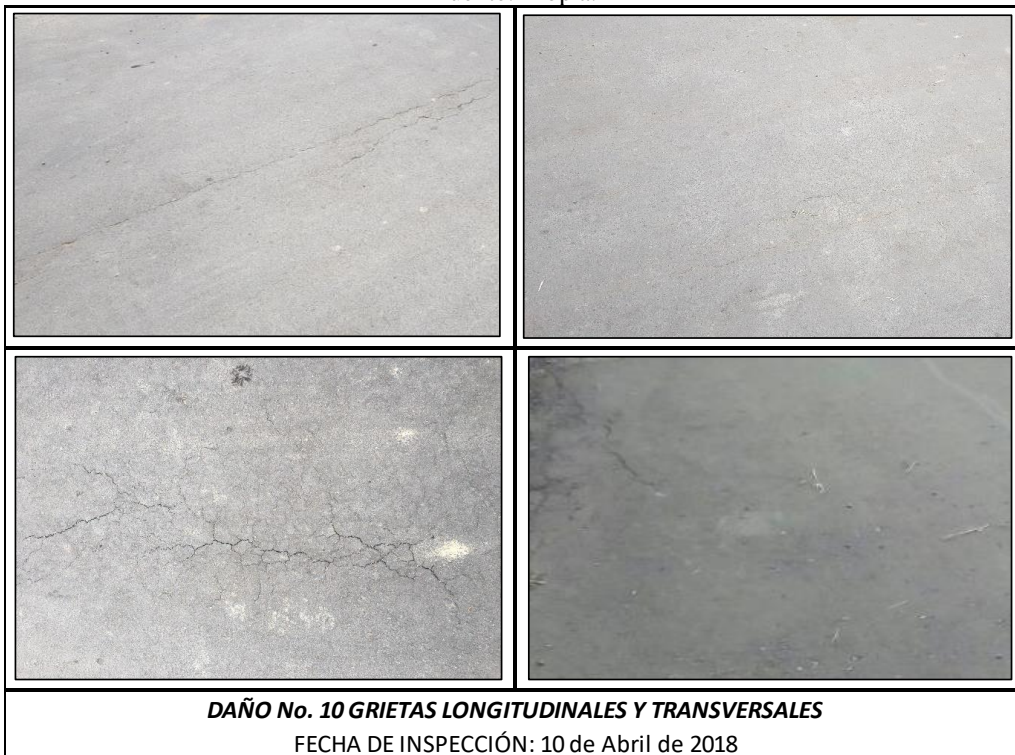


Figura 5. DAÑO TIPO GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES  
Fuente: Propia.





Figura 6. DAÑO TIPO HUECO  
Fuente: Propia.



Figura 7. DAÑO TIPO DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO GRUESO  
Fuente: Propia.

## **7. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DE DRENAJE**

En la vía de estudio se observa que las obras de drenaje son insuficientes ya que se evidencian depósitos de material que son arrastrados por los flujos generados por las lluvias por la superficie de la vía, este factor pudo conducir al deterioro progresivo de la misma que además por sus condiciones topográficas tiene una pendiente alta que genera altas velocidades de arrastre de materiales.



Figura 8. ARRASTRE DE MATERIALES HACIA LAS OBRAS DE DRENAJE  
Fuente: Propia.

## **8. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Para la calle 8 entre carreras 3 y 3A del municipio de Cachipay Cundinamarca los resultados de los dos métodos implementados son en general similares porque describen una vía con un alto nivel de deterioro, por el método PCI el análisis se hace en tramos cortos (de 30m) por lo que las recomendaciones aplican para sitios más específicos de la vía, por el método VIZIR se hace el análisis a la vía dividida en 3 tramos (de 100m) por lo que los resultados son menos detallados que el anterior.

Los dos métodos utilizados en general recomiendan el mismo tipo de intervención a la vía estudiada que consiste en mantenimientos rutinarios para el tramo inicial de la abscisa K0+000 a la k0+050 aproximadamente. El resto de la vía requiere de reconstrucción de acuerdo a las recomendaciones de los dos métodos.

## **9. PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS CORRECTIVAS**

La vía de pavimento flexible analizada por los métodos VIZIR y PCI de inspección visual presenta un alto nivel de deterioro por lo que se recomiendan las siguientes medidas correctivas basadas en los resultados del análisis, en la inspección de las obras de drenaje y en el estudio de suelos:

- ✓ De la abscisa K0+000 a K0+042 se recomienda hacer actividades de mantenimiento rutinario del pavimento asfáltico como sello de fisuras y labores de limpieza de obras de drenaje.
- ✓ De la abscisa K0+042 a K0+300 se recomienda hacer reconstrucción de la estructura en su totalidad ya que tiene niveles altos de deterioro.
- ✓ Se recomienda revisar los diseños de las obras de drenaje de la vía ya que se evidencia deficiencias en las mismas que potencializan el deterioro de la vía.

## **10. CONCLUSIONES**

Los resultados de los métodos de inspección visual de pavimentos flexibles son una herramienta válida para la toma de decisiones en el planteamiento de medidas preventivas o correctivas en estructuras de vías ya que representan en la mayoría de los casos la condición que conlleva al deterioro de las mismas.

Para el caso de la vía de acceso a la urbanización Camino Real las recomendaciones a nivel conceptual que se obtienen a través de los métodos VIZIR y PCI son acertadas de acuerdo a lo que se puede observar en el sitio.

Se pudo evidenciar que una de las variables que llevó al deterioro de la vía son las condiciones del drenaje que son insuficientes y que junto con las pendientes altas que se observan en la vía llevaron al deterioro de la estructura de pavimento existente.

## 11. REFERENCIAS

Vásquez Varela L. R. (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS Y DECONCRETOENCARRETERAS

Instituto Nacional de vías INVIAS (2006) MANUAL PARA LA INPECCION VISUAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Instituto Nacional de vías INVIAS (2006) GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS

NCHRP. (2004) GUIDE FOR MECHANISTIC-EMPIRICAL DESIGN OF NEW AND REHABILITATED PAVEMENT STRUCTURES

ALCALDIA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE CACHIPAY CUNDINAMARCA. (2017) CONTRATO DE OBRA NP. 107-2017, DEPENDENCIA DE CONTRATACIÓN. SECOP 1 CONTRATO DE OBRA 2017.





**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

12. ANEXOS

ESTUDIO GEOTÉCNICO  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01

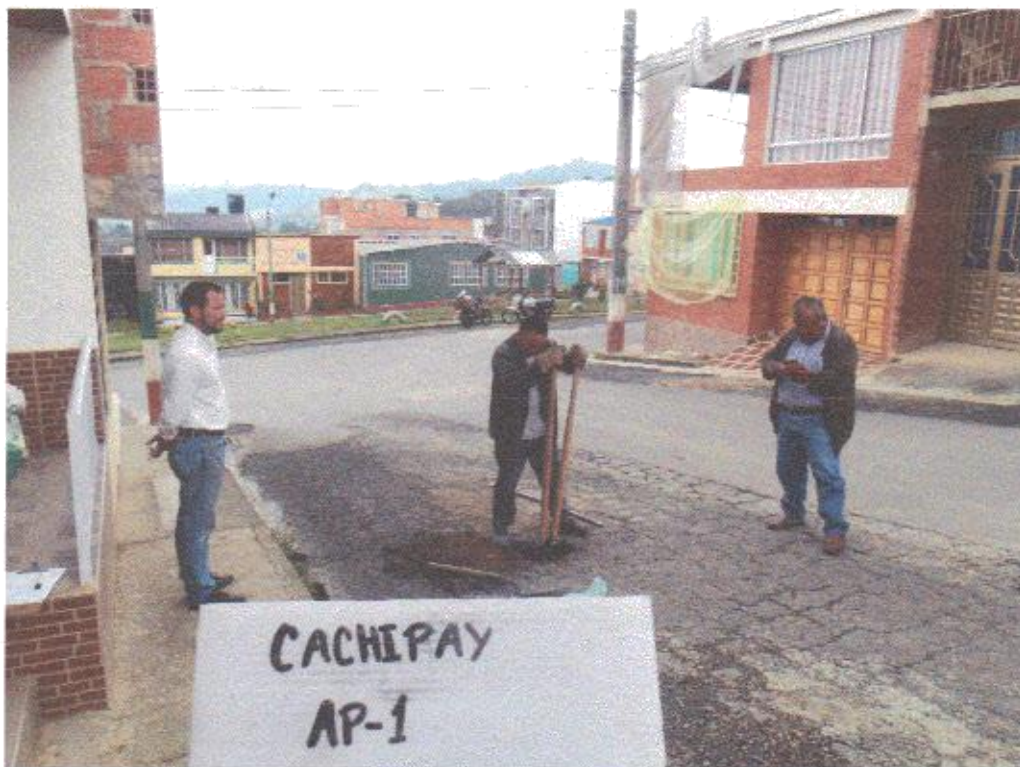
VERSIÓN FORM.: 01

FECHA FORM.: 28-Nov-03

## ESTUDIO GEOTÉCNICO

CONSTRUCCION VIA URBANA DEL MUNICIPIO DE CACHIPAY

VERSION V.1



CALLE 8 ENTRE CARRERAS 3 Y 3A MUNICIPIO DE CAHIPAY





**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM: 01  
FECHA FORM: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 2 de 43

## **ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**CONSTRUCCION VIA URBANA DEL MUNICIPIO DE CACHIPAY**

**VERSION V.1**

**LOCALIZACION:**

**CALLE 8 ENTRE CARRERAS 3 Y 3A**

**MUNICIPIO DE CAHIPAY**

**PROPIETARIO**

**MUNICIPIO DE CACHIPAY**

**Marzo de 2017**



**DAPCIL S.A.S**  
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 3 de 43

## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN .....                                 | 5  |
| 1. OBJETIVO Y ALCANCES .....                       | 6  |
| 1.1 OBJETIVO .....                                 | 6  |
| 1.2 ALCANCES.....                                  | 6  |
| 2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....    | 8  |
| 3. INFORMACIÓN EXISTENTE.....                      | 9  |
| 4. GEOLOGÍA REGIONAL.....                          | 10 |
| 5. TRABAJO DE CAMPO .....                          | 11 |
| 6. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS .....               | 13 |
| 6.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO .....     | 13 |
| 6.1.1 Ensayos Estándar .....                       | 13 |
| 6.2 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.....                  | 14 |
| 7. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES.....           | 14 |
| 8. ESTUDIO DE TRÁNSITO .....                       | 15 |
| 9. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE .....              | 16 |
| 9.1.1. Otras Variables .....                       | 19 |
| 9.1.1.1 Confiabilidad .....                        | 20 |
| 9.1.1.2 Confiabilidad .....                        | 20 |
| 9.1.1.3. Índices de Servicio Inicial y Final ..... | 20 |
| 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....            | 32 |



**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 4 de 43

|   |    |
|---|----|
| 11. BIBLIOGRAFÍA .....  | 34 |
| 12. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN .....  | 34 |
| APÉNDICES .....   | 36 |
| APÉNDICE A.1: CUADRO GUÍA DE CAPACIDADES DE SOPORTE PERMISIBLES PARA<br>VARIOS TIPOS DE SUELOS..... | 37 |
| APÉNDICE A.3:.....  | 39 |
| LOCALIZACION APIQUES. ....  | 39 |
| APÉNDICE A.3: RESUMEN DE RESULTADOS, PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y ENSAYOS DE<br>LABORATORIO.....      | 40 |



**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EH-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 5 de 43

## INTRODUCCIÓN

En el Municipio de Cahipay Departamento de Cundinamarca se adelanta el proyecto para la "Construcción de Via Urbana", para lo cual el objeto del proyecto es el Diseño y Construcción de la misma.

El servicio de la vía es para circulación exclusiva de Vehículos para Tráfico Liviano

El alcance de este documento es presentar las actividades y los resultados de la evaluación geotécnica de materiales en el tramo vial considerado para que puedan ser utilizados por el Consultor que diseñara el pavimento de la vía.



Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 6 de 43

## 1. OBJETIVO Y ALCANCES

### 1.1 OBJETIVO

El objetivo de este estudio es conocer las características de Mecánica de Suelos con el propósito de realizar el proyecto "**Construcción de Vía Urbana**", mediante los trabajos de campo a través de Tres (3) Apiques, ensayos de laboratorio y trabajos de oficina, con base en los cuales se define los perfiles estratigráficos del subsuelo y sus principales características físicas y mecánicas.

Por otra parte, el objeto del proyecto se orienta a determinar los espesores de Pavimento requeridos en la vía en mención de acuerdo con la demanda de tránsito esperada para el periodo de Diseño y las propiedades mecánicas y de deformación de las capas constitutivas de la estructura.

En virtud de las exigencias contractuales del proyecto y del desarrollo técnico del mismo es necesario cumplir los siguientes propósitos complementarios al principal:

- Determinar la capacidad portante de la subrasante natural y de las capas de rodadura existentes encontradas durante los estudios.
- Evaluar, en términos de parámetros de calidad de los agregados pétreos, las fuentes de materiales disponibles en la región para su uso en la construcción de pavimentos.
- Establecer, para propósitos de diseño, las propiedades esfuerzo – deformación y de capacidad de soporte de las capas granulares y asfálticas que se propone suministrar para la construcción de los pavimentos requeridos.
- Estimar la demanda de tránsito en términos Ejes Equivalentes para los periodos de diseño que deban ser considerados.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p><b>ESTUDIO GEOTÉNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|---|--|

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 7 de 43

- Formular las Recomendaciones y las Especificaciones de Construcción para la alternativa de intervención recomendada.

Se espera que el cumplimiento de los objetivos mencionados suministre la información necesaria para la construcción del pavimento de la Vía mencionada.

## 1.2 ALCANCES

Identificar mediante exploración de campo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del corredor.

Caracterizar mediante ensayos de laboratorio los suelos representativos de subrasante y homogenizar mediante los resultados de CBR de diseño, sectores para el diseño de la estructura de pavimento.

|   |  |  |
|---|--|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|--|--|

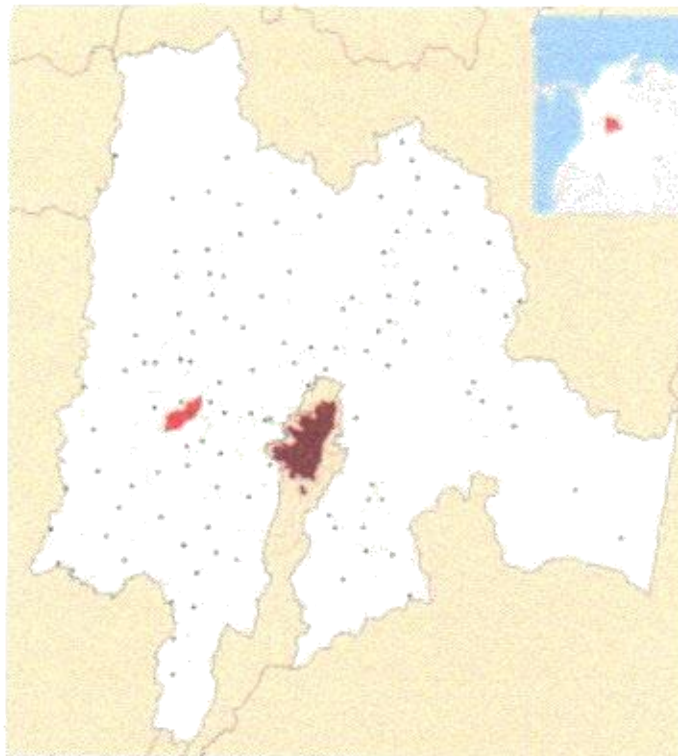
Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 8 de 43

## 2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Proyecto: "CONSTRUCCION DE VIA URBANA EN EL MUNICIPIO DE CACHIPAY"

El Proyecto se localiza en la zona Central del Departamento de Cundinamarca en la Provincia de Tequendama .



UBICACIÓN REGIONAL



**DAPCIL S.A.S**

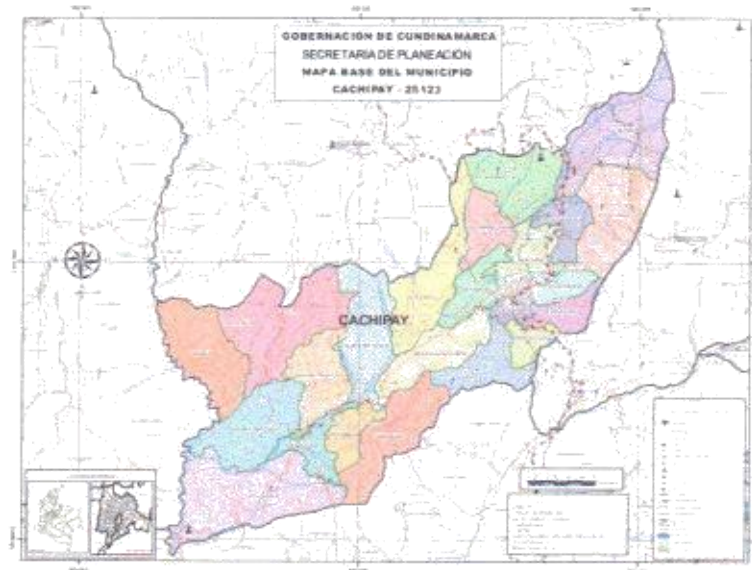
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 9 de 43



MAPA POLITICO DEL MUNICIPIO DE CACHIPAY

El municipio de la Cahipay, está ubicado en la República de Colombia en la Provincia de Tequendama, Departamento de Cundinamarca a 50 Km. De Bogota D. C., colinda con los Municipios de la Mesa, Municipio de Anolaima y Municipio de Zipacon , coordenadas geograficas: Latitud 04°-34'-54"N, Longitud 74°-34'-00"W, cuenta con una extensión de 56 Km<sup>2</sup>, su cabecera municipal se halla a 1.600 metros sobre el nivel del mar y cuenta con una temperatura promedio de 22°C. su

El suelo donde se desarrolla el Proyecto vial se encuentra conformado por un estrato de Arcillas entre grises y amarillas. Debe señalarse que la región es de Sismicidad Intermedia.

El proyecto busca determinar los espesores de pavimento que por conveniencia técnica y económica deben ser implantados en el Proyecto vial en estudio; en general se busca que los espesores resulten suficientes para que la estructura a conformar en la etapa de construcción pueda cumplir su periodo de diseño recurriendo solamente a tareas de mantenimiento rutinario y bacheos localizados; lo anterior es posible, en presencia de los espesores adecuados, con el suministro de materiales que



|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p><b>ESTUDIO GEOTÉNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|---|--|

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 10 de 43

proporcionen la durabilidad requerida y con la imposición de las obras de drenaje y subdrenaje apropiadas.

### 3. INFORMACIÓN EXISTENTE

Para el desarrollo del presente estudio se efectuó la consulta de los siguientes documentos e información general:

- Geología Geomorfología y Suelos – Corporacion Autonoma Regional de Cundinamarca.
- Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito. Instituto Nacional de Vías. 1998
- Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos en Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito. Instituto Nacional de Vías. 1999
- AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. AASHTO. 1993.
- Código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes NSR-10.
- Norma Colombiano de Diseño de Puentes ccp-14. Instituto Nacional de Vías – ACIS. 1995.



Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 11 de 43

#### 4. GEOLOGÍA REGIONAL

El Área del Proyecto está conformada por rocas sedimentarias del Cretáceo y Terciario. Las principales formaciones rocosas que se encuentran son: Formación Villeta, originado en el Cretáceo Inferior, mientras que la Formación Guadalupe Corresponde al Cretáceo Superior

##### **FORMACIÓN GUADALUPE SUPERIOR (K1, K2):**

La parte superior (K1) esta dominada por Faices arenosas (arenisca tierna) y en la parte inferior (K2) esquistos arcillosos y "Plaeners"

##### **FORMACION GUADALUPE MEDIO Y SUPERIOR (K3, K4):**

Lutitas y Plaeners en la parte superior (K3), Margas y Arcillas margosas con nivel calcáreo de la frontera en la parte inferior (K4). Dentro de esta unidad se encuentra parte de la Formacion Villeta Superior compuesta por lutitas Negras. En la Zona mas quebrada se presenta una alternanciade calizas y shales negros, además de areniscas calcáreas, shales grises y marrones en la superficie.

##### **LITOLOGIA:**

Las fuertes presiones y acción del agua, el aire y los cambios de Temperatura desarrollados en el tiempo geológico, originaron cambios en la litosfera; dando paso a la formación de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Al Occidente del municipio se encuentran estructuras geológicas, originadas en procesos tectónicos o fuerzas que actúan desde el interior de la tierra, conocidos como fallas o plegamientos.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p align="center"><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|---|--|

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 12 de 43

## SISMOTECTÓNICA

La Orogenia Andina en Colombia es el resultado de la interacción de tres placas, a saber: Nazca, Suramericana, y Macondo, siendo esta última en la cual se localiza la región andina colombiana. Dicha interacción ha generado un sistema relativamente extenso de fallas geológicas que, en adición a la zona de subducción del Pacífico, constituyen las fuentes de influencia tectónica y sísmica.

## 5. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo abarca toda la actividad de Exploración Geotécnica la cual consistió en la ejecución de Tres (3) Apiques Para CBR

Este sistema de exploración nos permite analizar directamente los diferentes estratos encontrados, así como sus principales características físicas y mecánicas, tales como: color, humedad, granulometría, plasticidad, compacidad, etc.

Las exploraciones alcanzaron las siguientes profundidades:

| APIQUE | PROFUNDIDAD (m) |
|--------|-----------------|
| AP#1   | 1.50            |
| AP#2   | 1.50            |
| AP#3   | 1.50            |

TABLA 1: LISTADO GENERAL, PROFUNDIDAD DE APIQUES

En ninguna de las exploraciones realizadas se detectó el nivel freático.

La información obtenida de esta forma se emplea principalmente en la determinación de las alternativas de construcción de pavimentos para la vía, incluyendo las recomendaciones particulares de construcción según las condiciones geotécnicas encontradas.

---

Calle 143 No 46-55, Telefax (1) 2585975 – Bogotá Colombia  
E-mail: dapcilsas@yahoo.com

|   |  |  |
|---|--|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|--|--|

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 13 de 43

## 6. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

### 6.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Los laboratorios fueron realizados en el laboratorio de mecánica de suelos DAPCIL LTDA, siguiendo las normas establecidas por el Instituto Nacional de Vías.

Se programó la hechura de apiques para la caracterización de los suelos de subrasante y de las capas constitutivas del pavimento en la vía en estudio. La separación entre cada sitio de exploración es de 250 m. a lo largo del corredor alcanzando profundidades de 1.50 m. por debajo de las rasantes actuales.

La exploración de campo permitió establecer el perfil estratigráfico de las vías en cada uno de los sitios en los que se efectuaron los apiques; la información recolectada en campo incluye los espesores de capas granulares que pueden ser consideradas, para efectos de diseño, como mejoramiento de la subrasante natural

Desde el punto de vista estratigráfico, es posible indicar que a lo largo del recorrido total del área donde se construirá la vía se encontró una capa de granulares a nivel superficial en la vía; bajo estos materiales se encontraron arcillas de distintas consistencias. La clasificación de los suelos encontrados, según el sistema USCS, varió entre CL y CH

(Ver resultados de ensayos de laboratorio en el Apéndice A.3)

#### 6.1.1 Ensayos Estándar

Con las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:



**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCIÓN VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

*Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017*

Página 14 de 43

- Análisis Granulométrico por Tamizado con Lavado (INV E-123/213-07)
- Material que Pasa el Tamiz No 200 (INV E-214-07)
- Determinación del Límite Líquido (INV E-125-07)
- Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad (INV E-126-07)
- Determinación del Contenido de Humedad (INV E-122-07)

La subrasante fue sometida a pruebas de CBR inalterado para verificar su capacidad de soporte como plataforma de la estructura de pavimento requerido; además de lo anterior se realizaron ensayos de humedad, clasificación y límites de consistencia de los suelos recuperados en la exploración de campo.

## **6.2 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.**

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Las muestras no ensayadas se han clasificado mediante pruebas sencillas observaciones y comparaciones con las muestras representativas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio, se obtiene la tabla de resumen de resultados y los Perfiles Estratigráficos de todos los apiques.

(Ver Perfiles Estratigráficos en el Apéndice A.3)

## **7. FUENTES DE MATERIALES**

Las fuentes de materiales se encuentran localizadas en las canteras cercanas al lugar en el Municipio de Guaduas



Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 15 de 43

## 8. ESTUDIO DE TRÁNSITO

La determinación de las alternativas de construcción más adecuadas para la vía fue el estudio de suelos y las condiciones geotécnicas del área a utilizar, para el caso que nos ocupa por tratarse de una vía vehicular, solo se requiere tener en cuenta las indicaciones dadas en el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito. Instituto Nacional de Vías. 1998

Para efectos del diseño estructural del pavimento es necesaria la determinación del Número de Ejes Equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño, para el caso de pavimentos flexibles.

### 8.1. EJES EQUIVALENTES PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Para el cálculo del espesor del pavimento flexible para la Vía, se considera que corresponde a un tráfico Bajo, el pavimento se debe diseñar para un tráfico Estimado de Doscientos mil (200.000) ejes estándar.

| Vía N° | N° Orden | Vía                        | Tramo | NEE a Diez (10) años |
|--------|----------|----------------------------|-------|----------------------|
| 1      | 1        | Calle 8 entre Cras. 3 y 3A |       | $2 \times 10^5$      |

TABLA 2: NUMERO DE EJES EQUIVALENTE PARA UN PERÍODO DE 10 AÑOS.

Nota: En el cálculo de diseño de ejes equivalentes el consultor, utiliza como factor direccional 1 y factor carril 0.9.

Se considera que el orden de magnitud de los Ejes Equivalentes asignados es adecuado para hacer el dimensionamiento de los espesores de pavimento; así mismo, y en virtud de las características del corredor de la Vía en estudio, el tránsito de diseño propuesto se considera suficiente para cubrir el



Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 16 de 43

periodo de diseño mínimo 10 años para vías en pavimentos flexibles.

## 9. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL METODO AASHTO

Para efectos del diseño de pavimentos se adoptó la metodología de diseño de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), publicada en el año 1993 y que involucra variables tales como la capacidad de soporte de la subrasante natural, la variabilidad del tránsito y la confiabilidad, además de la capacidad estructural de cada capa del pavimento, para determinar los espesores requeridos para el periodo de diseño seleccionado.

El método de diseño propuesto por la AASHTO incorpora no solo los modelos considerados en 1972, sino que amplía aún más la estructura de análisis al incluir 14 nuevas consideraciones entre las que cabe mencionar la confiabilidad del diseño, los módulos elásticos de la subrasante y las capas de pavimento, el drenaje, los efectos ambientales, la rehabilitación, aspectos económicos, la administración de pavimentos y el estado del conocimiento en los diseños de tipo mecánico empírico.

### CONDICIONES AMBIENTALES

| Tipo de Material Coeficiente de drenaje (m) |     |
|---|-----|
| Base granular                               | 1.0 |
| Subbase granular                            | 1.0 |

TABLA 3: CONDICIONES AMBIENTALES

Los coeficientes de drenaje adoptados corresponden a materiales con una capacidad drenante media que tendrán un nivel de humedad cercana a la saturación durante un tiempo comprendido entre el 5 y 25% de la vida útil.

### Carpeta asfáltica:

Calle 143 No 46-55, Telefax (1) 2585975 – Bogotá Colombia  
E-mail: dapcilsas@yahoo.com



**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 17 de 43

$$a_1 = 0.184 \times \ln(E_A) - 1.9547$$

Para  $0.20 < a_1 < 0.44$ .

**Base granular:**

$$a_2 = 0.249 \times \log(E_B) - 0.977$$

Para  $0.06 < a_2 < 0.20$

**Sub-Base granular**

$$a_3 = 0.227 \times \log(E_{SB}) - 0.839$$

Para  $0.06 < a_3 < 0.20$

Las anteriores ecuaciones emplean módulos elásticos de Carpeta Asfáltica, Base Granular, y Subbase Granular en PSI, cuyos valores serán tomados como los máximos de la norma ASSHTO:

Carpeta asfáltica: 435.000 psi

Base granular: 28.000 psi

Sub-base granular: 15.000 psi

| Tipo de Material Coeficiente de capa ( $a_i$ ) |       |
|--|-------|
| Concreto asfáltico                             | 0.434 |
| Capa Base granular                             | 0.130 |
| Capa Subbase granular                          | 0.11  |

TABLA 4: COEFICIENTE DE CAPA





Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 18 de 43

### 9.1. DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA:

Al material natural identificado en la TABLA 5 se le realizaron pruebas de CBR sobre muestras Inalteradas, obteniendo los resultados mostrados en la siguiente tabla.

| ABSCISA | PROFUNDIDAD C.B.R<br>(m) | CBRs ORDENADOS |
|---------|--------------------------|----------------|
| AP#1    | 0.40-0.60                | 2.87           |
| AP#2    | 0.40-0.60                | 5.34           |
| AP#3    | 0.45-0.65                | 4.20           |

TABLA 5: CBR

Para un número de ejes de 8.2 toneladas en el carril de diseño entre  $10^4$  y  $10^6$ , se toma el promedio del CBR.

El módulo de resiliencia calculado se registra en la siguiente tabla:

| APIQUE No | Símbolo AASHTO | CBR (95% PM)<br>(%) | Mr<br>(psi) |
|-----------|----------------|---------------------|-------------|
| 1         | A-7-5          | 4.20                | 6000        |

TABLA 6: VALORES DE CBR Y MÓDULOS DE RESILIENCIA



Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 19 de 43

### CORRELACIONES ENTRE DIFERENTES VALORES DE RESPUESTA DE LOS SUELOS

| Simbolo<br>AASHTO | Rango típico<br>CBR | Rango $M_R$<br>(ksi) | $M_R$ por defecto<br>(ksi) |
|-------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| A-7-6             | 1-5                 | 2.5-7                | 4                          |
| A-7-5             | 2-8                 | 4-9.5                | 6                          |
| A-6               | 5-15                | 7-14                 | 9                          |
| A-5               | 8-16                | 9-15                 | 11                         |
| A-4               | 10-20               | 12-18                | 14                         |
| A-3               | 15-35               | 14-25                | 18                         |
| A-2-7             | 10-20               | 12-17                | 14                         |
| A-2-6             | 10-25               | 12-20                | 15                         |
| A-2-5             | 15-30               | 14-22                | 17                         |
| A-2-4             | 20-40               | 17-28                | 21                         |
| A-1-b             | 35-60               | 25-35                | 29                         |
| A-1-a             | 60-80               | 30-42                | 38                         |

De acuerdo con las investigaciones del subsuelo realizadas, los estratos superficiales de corresponden a un material compuesto por materiales granulares y arcillas, con el fin de adoptar un valor de CBR se toma el valor promedio de los resultados obtenidos el cual corresponde a 4.20%.

| CBR      | Clasificación cualitativa del suelo | Uso         |
|----------|-------------------------------------|-------------|
| 2 - 5    | Muy mala                            | Sub-rasante |
| 5 - 8    | Mala                                | Sub-rasante |
| 8 - 20   | Regular - Buena                     | Sub-rasante |
| 20 - 30  | Excelente                           | Sub-rasante |
| 30 - 60  | Buena                               | Sub-base    |
| 60 - 80  | Buena                               | Base        |
| 80 - 100 | Excelente                           | Base        |

#### 9.1.1. Otras Variables

En este apartado se realizan las consideraciones oportunas acerca de otros factores que deben incluirse en el diseño.



**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 20 de 43

#### 9.1.1.1 Confiabilidad

La AASHTO exige que se considere la fiabilidad del diseño, que debe ser mayor cuando se trata de infraestructuras más importantes. En su guía, se proponen valores de entre 80 y 99.9% para vías de alta capacidad en medio rural.

Para el presente cálculo se considera una fiabilidad del diseño del 80 %.

#### 9.1.1.2 Confiabilidad

La AASHTO postula una desviación estándar de 0,45 para firmes flexibles y semiflexibles.

#### 9.1.1.3. Índices de Servicio Inicial y Final

El índice de servicio inicial es el medido al terminar la obra. Una carretera perfecta tiene un índice de 5. En este caso se parte de una hipótesis de

$$I_{\text{inicial}} = 4.5$$

El índice de servicio final es el medido cuando se termina la visada útil de la obra. Este valor debe elegirse teniendo en cuenta que existen usuarios con distinto nivel de exigencia. Si el índice vale 2,5, el 55 % de los usuarios consideran la carretera inadecuada. Este es el valor postulado por la AASHTO para vías de alta capacidad. Por tanto, la pérdida admisible de índice es:

$$\Delta I_S = I_{\text{inicial}} - I_{\text{final}} = 4.5 - 2.5 = 2$$

Las variables de entrada son:

➤ Desempeño del Pavimento:  $\Delta PSI = PSI_0 - PSI_f = 4.2 - 2 = 2.20$

➤ Transito Estimado:  $W_{18} = 0.75 \cdot 10^6$

---

Calle 143 No 46-55, Telefax (1) 2585975 – Bogotá Colombia  
E-mail: dapcilsas@yahoo.com



**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCIÓN VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 21 de 43

- Modulo Resiliente de la subrasante,  $MR = 5100$  psi
- Materiales de las Capas estructurales: (Tabla)
- Factores Ambientales: (Tabla)

Confiabilidad  $R = 80\%$

Ecuación que determina el SN: Numero Estructural

Donde:

$W18 =$  Cantidad de ejes equivalentes de 8.2 Toneladas (80 KN)

$ZR =$  Desviación normal estándar

$S0 =$  Error estándar combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del desempeño,  
0.49

$\Delta PSI =$  Pérdida de serviciabilidad

$MR =$  Módulo de resiliencia de la subrasante (Lb/plg<sup>2</sup>)

$SN =$  Número estructural determinado por:

$SN = a1D1 + a2D2m2 + a3D3m3$

Siendo:

$a_i =$  Coeficiente estructural de la capa  $i$  (1/plg)

$D_i =$  Espesor de la capa  $i$  (plg)

$m_i =$  Coeficiente de drenaje de la capa granular  $i$ .



**DAPCIL S.A.S**  
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCIÓN VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 22 de 43

### ESPEORES MINIMOS EN PULGADAS

| No. De Ejes equivalentes (millones) | Concreto asfaltico | Base granular |
|-------------------------------------|--------------------|---------------|
| 0.0                                 | 1.0 TSD            | 4.0           |
| 0.05 - 0.15                         | 2.0                | 4.0           |
| 0.15 - 0.50                         | 2.5                | 4.0           |
| 0.50 - 2.00                         | 3.0                | 6.0           |
| 2.00 - 7.00                         | 3.5                | 6.0           |
| > 7.00                              | 4.0                | 6.0           |

TABLA 7: Espesores mínimos exigidos en las capas de pavimento

Mediante Software obtenemos el valor de SN:

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento:  Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (S): 90 % (Z=0.84) S= 45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4.5 PSI final 2

Módulo resiliente de la subbase: Mr 20000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E<sub>c</sub> (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - S<sub>c</sub> (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis:  Calcular SN  Calcular W10

Número Estructural: W10 = 200000 SN = 1.45

Calcular Salir



Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 23 de 43

Ecuacion AASHTO 92

Tipo de Pavimento:  Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiablez (R) y Desviación estándar (So): 80% Z=0.841 So=45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial=4.5 PSI final=2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr=15000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi):  Coeficiente de transmisión de carga - ITI:

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi):  Coeficiente de drenaje - ICD:

Tipo de Análisis:  Calcular SN  Calcular W18

Número Estructural: SN = 1.86

W18 = 200000

Calcular Salir

Ecuacion AASHTO 92

Tipo de Pavimento:  Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiablez (R) y Desviación estándar (So): 80% Z=0.841 So=45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial=4.5 PSI final=2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr=8000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi):  Coeficiente de transmisión de carga - ITI:

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi):  Coeficiente de drenaje - ICD:

Tipo de Análisis:  Calcular SN  Calcular W18

Número Estructural: SN = 2.60

W18 = 200000

Calcular Salir

Con estos valores, se halla el valor de los espesores de la estructura del pavimento:

Calculo de  $SN_1^*$  ( Para Carpeta Asfáltica, ver Tabla No.4 coeficiente 0.434)

$$SN_1 = 1.45$$

$$D_1 = SN_1/a_1 = 1.45/0.434 = 3.34^{\circ}, \text{ Aprox } 3.5^{\circ}$$

$$SN_1^* = D_1^* \cdot a_1 = 3.5^{\circ} \cdot 0.434 = 1.52$$



**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 24 de 43

Calculo de  $SN_2^*$  (Para Base granular, ver Tabla No.4 coeficiente 0.13)

$$SN_2 = 1.86$$

$D_2 = (SN_2 - SN_1) / (a_2 \cdot m_2) = (1.86 - 1.52) / (0.13 \cdot 1.0) = 2.6''$ , =  $D_2^*$ , (se toma 4'' para que cumple con la Norma

$$SN_2 = D_2^* \cdot a_2 \cdot m_2 = 4 \cdot 0.13 \cdot 1.0 = 0.44$$

Calculo de  $SN_3^*$  (Para Sub-base granular, ver Tabla No.4 coeficiente 0.11)

$$SN_3 = SN = 2.60$$

$$D_3 = (SN_3 - SN_2^* - SN_1^*) / (a_3 \cdot m_3) = (2.60 - 0.44 - 1.52) / (0.11 \cdot 1.0) = 5.8''$$
, aprox a 6''

$$SN_3^* = D_3 \cdot a_3 \cdot m_3 = 6 \cdot 0.11 \cdot 1.0 = 0.66$$

Cabe resaltar que los espesores  $D_1^*$ ,  $D_2^*$  y  $D_3$ , Cumplen con los mínimos establecidos por la Norma.

Verificando el  $SN^*$  total, se tiene que:

$$SN = SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* = 1.52 + 0.44 + 0.66 = 2.62 > 2.60 \text{ O.K.}$$

Esta estructura se puede representar de la siguiente forma:

Carpeta asfáltica : 3.5''

Base granular : 4.0''

Subbase : 6.0''

Sin embargo, claramente se puede notar que las dimensiones de la carpeta asfáltica son altas en comparación con las de la base granular y la Sub-Base granular, lo que hace un diseño altamente costoso. Se propone reducir el espesor de la carpeta asfáltica a su dimensión mínima de 2.5'' y aumentar el espesor de la Base Granular a 4''. El dimensionamiento sería el siguiente:

Calle 143 No 46-55, Telefax (1) 2585975 – Bogotá Colombia  
E-mail: dapcilsas@yahoo.com



Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 25 de 43

Calculo de SN1\*:

$$SN1^* = D1^* \cdot a1 = 2.5^* \cdot 0.434 = 1.09; \text{ (Tomamos } 2.5^* \text{ para } D1^* \text{ de acuerdo a la Tabla No. 7)}$$

$$D1^* = 2.5'' = 6.5 \text{ cm}$$

Calculo de SN2

$$SN2^* = D2^* \cdot a2 \cdot m2 = 4^* \cdot 0.13^* \cdot 1.0 = 0.52; \quad D2^* = 4'' = 10 \text{ cm}$$

Calculo de SN3\*:

$$SN3 = SN = 2.60$$

$$D3 = (SN3 - SN2^* - SN1^*) / (a3 \cdot m3) = (2.60 - 0.52 - 1.09) / (0.11^* \cdot 1.0) = 9'', \quad D3^* = 25 \text{ cm}$$

$$SN3^* = D3 \cdot a3 \cdot m3 = 9^* \cdot 0.11^* \cdot 1.0 = 0.99$$

$$SN = SN1^* + SN2^* + SN3^* = 1.09 + 0.52 + 0.99 = 2.60 \geq 2.60 \text{ O.K.}$$

A continuación, se presentan los esquemas con los diseños ajustados a la topografía en cuanto tiene que ver con la cota de diseño:

|   |          |               |          |                |
|---|----------|---------------|----------|----------------|
| <b>Carpeta asfáltica MDC-2</b>            | <b>:</b> | <b>2.75''</b> | <b>=</b> | <b>7.0 cm.</b> |
| <b>Base granular INV-330.2</b>            | <b>:</b> | <b>4.0''</b>  | <b>=</b> | <b>10 cm.</b>  |
| <b>Subbase granular INV-320.2</b>         | <b>:</b> | <b>9.0''</b>  | <b>=</b> | <b>25 cm.</b>  |
| <b>*Afirmado INV-311.2 (Mejoramiento)</b> | <b>:</b> | <b>6''</b>    | <b>=</b> | <b>15 cm.</b>  |

\* Se proyecta mejoramiento por tener la subrasante un CBR < 5% (ver Metodo de IVANOV)

TABLA 8: ESPESORES DE PAVIEMENTO





Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 26 de 43

**METODO DE IVANOV PARA ESPESOR DE MEJORAMIENTO**

CBRcapa inferior = 4.2 %  
CBRcapa mejoram. = 5 %

$$E = 130CBR^{0.714}$$

E inferior = 362.20 KG/cm<sup>2</sup>  
E superior = 410.21 KG/cm<sup>2</sup>

$$N = \left( \frac{E_{sup}}{E_{inf}} \right)^{1/2.5}$$

N = 1.05

N<sup>3.5</sup> = 1.19

$$h1 = \frac{2a}{n} \tan \left[ \frac{1 - \frac{E_{inf}}{E_{equiv}}}{\frac{2}{n} + \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right)} \right]$$

h1 = 15 cm, espesor  
a = 15

Despejando:

$$h1 + \frac{n}{2a} = 0.5255$$

$$h1 + \frac{n}{2a} = \tan \left[ \frac{1 - \frac{E_{inf}}{E_{equiv}}}{\frac{2}{n} + \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right)} \right]$$

$$\tan \left[ \frac{1 - \frac{E_{inf}}{E_{equiv}}}{\frac{2}{n} + \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right)} \right] = 0.53$$

tan<sup>-1</sup> = 27.72  
Arc tang en Radianes = 0.484

$$\frac{2}{n} = 0.6366$$

$$\left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right) = 0.16$$

$$\frac{2}{n} + \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right) = 0.102$$

$$(1 - E_{inf}/E_{equiv}) = 0.049$$

$$(E_{inf}/E_{equiv}) = 0.951$$

$$E_{inf} = 130CBR^{0.714} = 362.20$$

E equiv = 380.96

MR = 380.96 Kg/cm<sup>2</sup> = 5,419 P.S.I.

$$CBR = \left( \frac{MR}{130} \right)^{1.4} = 5 \%$$

**ESPESOR RECOMENDADO DE AFIRMADO = 15 cm.**

|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p><b>ESTUDIO GEOTÉNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|---|--|

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 27 de 43

La Subbase Granular y la base granular se deben construir de acuerdo a las Especificaciones Técnicas Norma INVIAS que se adjuntan

**NORMA INVIAS - ARTICULO 300  
DISPOSICIONES GENERALES PARA LA EJECUCION DE AFIRMADOS,  
SUBBASES GRANULARES Y BASES GRANULARES**

**300.1 DESCRIPCION**

Esta especificación presenta las disposiciones que son generales a los trabajos sobre afirmados; subbases granulares y bases granulares y estabilizadas.

**300.2 MATERIALES**

Para la construcción de afirmados y subbases granulares, los materiales serán agregados naturales clasificados o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Para la construcción de bases granulares, será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica.

En ambos casos, las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales, se resumen en la Tabla No.300.1. Los requisitos granulométricos se presentan en la especificación respectiva.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p align="center"><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|---|--|

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 28 de 43

**TABLA No.300.1**

**REQUISITOS DE LOS MATERIALES PARA AFIRMADOS,  
SUBBASES GRANULARES Y BASES GRANULARES**

| CAPA                | PARTICULAS<br>FRACTURADAS<br><br>MECÁNICAMENTE<br><br>( Agr. grueso ) | DESGASTE<br><br>LOS<br>ANGELES | PERDIDAS EN ENSAYO<br><br>DE SOLIDEZ EN |                        | INDICES<br>DE<br>APLANAM.<br><br>Y<br><br>ALARGAM. | C. B. R.                             | I. P.               | EQUIV.<br><br>DE<br><br>ARENA |
|---------------------|---|--------------------------------|---|------------------------|--|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------|
|                     |   |                                | Sulfato de<br>sodio                     | Sulfato de<br>magnesio |  |                                      |                     |                               |
| Norma INV           | E-227   | E-218yE-219                    | E-220                                   | E-220                  | E-230  | E-148                                | E-125<br>y<br>E-126 | E-133                         |
| AFIRMADO            |   | 50 % máx.                      | 12 % máx.                               | 18 % máx.              |  |                                      | 4-9                 |                               |
| SUBBASE<br>GRANULAR |   | 50 % máx.                      | 12 % máx.                               | 18 % máx.              |  | 20, 30 ó<br>40%<br>min. <sup>1</sup> | <= 6                | 25 % min.                     |
| BASE<br>GRANULAR    | 50 % min.   | 40 % máx.                      | 12 % máx.                               | 18 % máx.              | 35 % máx.  | 80 %<br>min. <sup>2</sup>            | <= 3                | 30 % min.                     |

1 Al 95 % de compactación referido al ensayo proctor modificado (INV E-142). El valor mínimo de resistencia por aplicar, se indicará en los documentos del proyecto.

2 Al 100 % de compactación, referido al ensayo proctor modificado (INV E-142)

Los requisitos que deben cumplir los materiales para la construcción de bases estabilizadas, se indican en las especificaciones respectivas.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p><b>ESTUDIO GEOTÉNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|---|--|

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 29 de 43

### 311.2 MATERIALES PARA CONSTRUCCION DE AFIRMADO

Los agregados para la construcción del afirmado deberán satisfacer los requisitos de calidad indicados en el aparte 300.2 del Artículo 300 para dichos materiales. Además, deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas:

| TAMIZ   |         | PORCENTAJE QUE PASA |        |
|---------|---------|---------------------|--------|
| Normal  | Alterno | A-1                 | A-2    |
| 37.5 mm | 1 1/2"  | 100                 | -      |
| 25 mm   | 1       | -                   | 100    |
| 19 mm   | 3/4"    | 65-100              | -      |
| 9.5 mm  | 3/8"    | 45-80               | 65-100 |
| 4.75 mm | No.4    | 30-65               | 50-85  |
| 2.0 mm  | No.10   | 22-52               | 33-67  |
| 425 µm  | No.40   | 15-35               | 20-45  |
| 75 µm   | No.200  | 10-25               | 10-25  |

### 320.2 MATERIALES PARA CONSTRUCCION DE SUBBASE GRANULAR

Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el aparte 300.2 del Artículo 300 para dichos materiales. Además, deberán ajustarse a la siguiente franja granulométrica:



Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 30 de 43

| TAMIZ   |         | PORCENTAJE QUE PASA |
|---------|---------|---------------------|
| Normal  | Alterno | SBG-1               |
| 50 mm   | 2"      | 100                 |
| 37.5 mm | 1 1/2"  | 70-100              |
| 25 mm   | 1"      | 60-100              |
| 12.5 mm | 1/2"    | 50-90               |
| 9.5 mm  | 3/8"    | 40-80               |
| 4.75 mm | No.4    | 30-70               |
| 2.0 mm  | No.10   | 20-55               |
| 425 µm  | No.40   | 10-40               |
| 75 µm   | No.200  | 4-20                |

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

El valor mínimo de resistencia a que hace referencia la Tabla No.300.1 del Artículo 300, deberá definirse en los documentos del proyecto.

### 330.2 MATERIALES PARA CONSTRUCCION DE BASE GRANULAR

Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el aparte 300.2 del Artículo 300 para dichos materiales.

Además, deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas:



**DAPCIL S.A.S**  
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 31 de 43

| TAMIZ   |         | PORCENTAJE QUE PASA |        |
|---------|---------|---------------------|--------|
| Normal  | Alterno | BG-1                | BG-2   |
| 37.5 mm | 1 1/2"  | 100                 | -      |
| 25.0 mm | 1       | 70-100              | 100    |
| 19.0 mm | 3/4"    | 60-90               | 70-100 |
| 9.5 mm  | 3/8"    | 45-75               | 50-80  |
| 4.75 mm | No.4    | 30-60               | 35-65  |
| 2.0 mm  | No.10   | 20-45               | 20-45  |
| 425 µm  | No.40   | 10-30               | 10-30  |
| 75 µm   | No.200  | 5-15                | 5-15   |

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto o la determinada por el Interventor.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente o viceversa.

|   |  |  |
|---|--|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|--|--|

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 32 de 43

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este Informe Geotécnico constituye una de las Tres Fases para el diseño de la estructura del Pavimento, donde se determinaron las condiciones del suelo (capacidad de soporte de la Subrasante), por consiguiente, la alternativa de diseño de espesores de pavimento que se presenta se determinó con valores supuestos, en consecuencia, no debe entenderse como diseño definitivo ya que amerita la comprobación correspondiente de las dos Fases siguientes, como son: Transito de Diseño y Factores Ambientales y Climático, para lo cual se debe recopilar físicamente la Información correspondiente.

El perfil estratigráfico promedio existente está constituido por materiales Arcillo Limosos color Amarrillo Gris y un CBR de 4.20%.

En el proceso de Exploración geotécnica se encontró una capa de material granular de espesor variable entre 20 y 30 cm. Se recomienda hacer caracterización mediante ensayos de Laboratorio para comprobar dentro de cual curva granulométrica se ajusta para ser reutilizado en la estructura del Pavimento a Construir.

Si el material granular mencionado es apto para utilizarlo en estructura del Pavimento, se recomienda retirarlo cuidadosamente procurando no contaminarlo con las arcillas que se encuentran en el estrato de arcillas que se encuentran inmediatamente bajo éste; el Material Granular se debe acopiar y cubrir con un Plástico para evitar posible saturación en periodo invernal.

Si durante el proceso de escarificación y compactación llegasen a encontrarse fallas de origen profundo en el terreno que requieran corrección previa, con el fin de evitar deficiencias en el soporte de la capa escarificada, estas fallas deberán ser retiradas lo cual originará una sobre excavación, las excavaciones se deberán rellenar con material de base granular hasta el nivel de la rasante existente, colocándolo y compactándolo en espesores que permitan obtener las densidades exigidas para dicho material en el numeral 330.5.2.2 del

|   |  |  |
|---|--|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|--|--|

*Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017*

Página 33 de 43

Artículo 330 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías del 2007.

Mientras sea posible, las excavaciones deberán realizarse en temporadas secas. El fondo de la excavación o área de contacto deberá quedar nivelado y libre de materiales sueltos, agua y desperdicios antes la colocación de material granular.

El Constructor definirá en obra la necesidad de prehumedecer el material preparado para la mezcla y determinará las humedades más apropiadas de mezcla y compactación. La humedad de compactación se determinará mediante el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo INV E-142) sobre el material. La humedad óptima de compactación será, salvo instrucción en contrario del Interventor, la correspondiente a la óptima del ensayo proctor estándar.

Se recomienda la asesoría de un ingeniero geotecnista durante construcción con el fin de comprobar las características geotécnicas de los suelos de fundación y tomar las medidas correctivas en caso de ser necesario.

Para garantizar un buen comportamiento de los materiales granulares es necesario mantener un control estricto de calidad de los mismos, de su colocación y proceso de compactación para lo cual son aplicables las especificaciones generales de construcción del Instituto Nacional de Vías para todos los materiales utilizados en el proyecto.

Se deberá proveer la vía de un adecuado sobreebancho o en su defecto una adecuada estructura de confinamiento la cual puede estar constituida por cunetas de concreto.

Proyectar un sistema general de drenaje de toda el área de influencia del proyecto, que capten las aguas lluvias y aseguren su evacuación al sistema de drenaje de la zona. Se debe adoptar un sistema de filtros tipo rejilla según criterio del constructor e interventor.



|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p><b>ESTUDIO GEOTÉNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|---|--|

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 34 de 43

Antes de construir la estructura del pavimento se debe realizar todas las obras de drenaje y sub-drenaje que requiera la vía.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAYS AND TRANSPORT OFFICIALS. "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures". 1993.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. "Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras". 2007.

MONTEJO FONSECA, Alfonso "Ingeniería de Pavimento para Carreteras", 2ª Edición, Pág. 365 – 378. 1998.

TABLA 8: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 12. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Se aplicarán las siguientes dadas en las Especificaciones INVIAS -2007, para los siguientes materiales:



**DAPCIL S.A.S**  
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 35 de 43

| Sección  | Ítem   |
|----------|--|
| 300 – 10 | Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases granulares y bases granulares y estabilizadas |
| 320 – 10 | Subbase Granular   |
| 330 – 10 | Base Granular  |
| 450 – 10 | Mezclas Asfálticas en Caliente Densas, Semidensas y Gruesas.   |
| 420 – 10 | Imprimación  |
| 231 – 10 | Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil  |

TABLA 10: ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Bogotá, Marzo 9 de 2017

**HUGO HERNANDO BARRAGAN TORRES**  
Ingeniero Civil  
MAT. No. 25202-06362 CND  
C. C 11.332.347

REPUBLICA DE COLOMBIA  
 IDENTIFICACION PERSONAL  
 CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **11.332.347**  
**BARRAGAN TORRES**

APELLIDOS **HUGO HERNANDO**

NOMBRES

FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO **02-MAR-1951**

**ZIPAQUIRA**  
 (CUNDINAMARCA)  
 LOCALIDAD DE NACIMIENTO

**172** ESTADORA **O** G.S. **M** SEXO

**23-OCT-1972** ZIPAQUIRA  
 FECHA Y LOCALIDAD DE EXPEDICION

INDICE DERECHO

REGISTRADOR NACIONAL  
 CARLOS ARIEL SANCHEZ TORRES




A-1534000-00167666-M-0011332347-20090807 0014867932A 2 25919999

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

INSTRUMENTO NO. **2520206362CND**  
**Ingeniero Civil**

APELLIDOS **Barragan Torres**

NOMBRES **Hugo Hernando**

C.C. **11.332.347**

UNIVERSIDAD **Santo Tomas**



FIRMA

|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS</p> | <p><b>ESTUDIO GEOTÉNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|---|--|

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 36 de 43

## APÉNDICES

|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p><b>DAPCIL S.A.S</b><br/><i>INGENIEROS CONSULTORES<br/>SUELOS Y PAVIMENTOS.</i></p> | <p><b>ESTUDIO GEOTÉNICO</b><br/>CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A<br/>MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA</p> | <p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01<br/>VERSIÓN FORM.: 01<br/>FECHA FORM.: 28-Nov-03</p> |
|---|---|--|

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 37 de 43

**APÉNDICE A.1: CUADRO GUÍA DE CAPACIDADES DE SOPORTE  
PERMISIBLES PARA VARIOS TIPOS DE SUELOS.**



**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

Página 38 de 43

**CAPACIDADES DE SOPORTES PERMISIBLES PARA  
VARIOS TIPOS DE SUELOS**

| Tipo de Material  | Consistencia<br>"in situ" | Capacidad de So-<br>porte Permisible<br>Tm/m <sup>2</sup> |
|---|---------------------------|---|
| Mezcla bien gradada de suelos finos y suelos granulares gruesos (5 mm.): residuos de roca de origen glacial, arcillas compactas, arcillas con troncos de roca.<br>(GW - GC, GC, SC) | Muy compacto              | 108   |
|   |                           |   |
| Cascajo, mezcla de cascajo y arena, mezcla de cascajo mal gradado<br>(GW, GP, SW, SP)   | Muy compacto              | 86  |
|   | Compacto a suelto         | 64  |
|   | Suelto                    | 43  |
| Arena gruesa a media, arena con algo de cascajo<br>(SW, SP)   | Muy compacto              | 43  |
|   | Compacto a suelto         | 32  |
|   | Suelto                    | 21  |
| Arena fina a media, limo o arcilla media a arcilla gruesa<br>(SW, SM, SC)   | Muy compacto              | 32  |
|   | Compacto a suelto         | 21  |
|   | Suelto                    | 16  |
| Arena fina, limo o arcilla media a arena fina<br>(SP, SM, SC)   | Muy compacto              | 32  |
|   | Compacto a suelto         | 21  |
|   | Suelto                    | 16  |
| Arcilla inorgánica homogénea, arcilla arenosa o limosa<br>(CL, CH)  | Muy dura a dura           | 43  |
|   | Blanda a dura             | 21  |
|   | Blanda                    | 5   |
| Limo inorgánico, limo arenoso o arcilloso, limo estratificado - arcilla - arena fina<br>(ML, MH)  | Muy duro a duro           | 32  |
|   | Blando a duro             | 16  |
|   | Blando                    | 5   |



**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01

VERSIÓN FORM.: 01

FECHA FORM.: 28-Nov-03

Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017

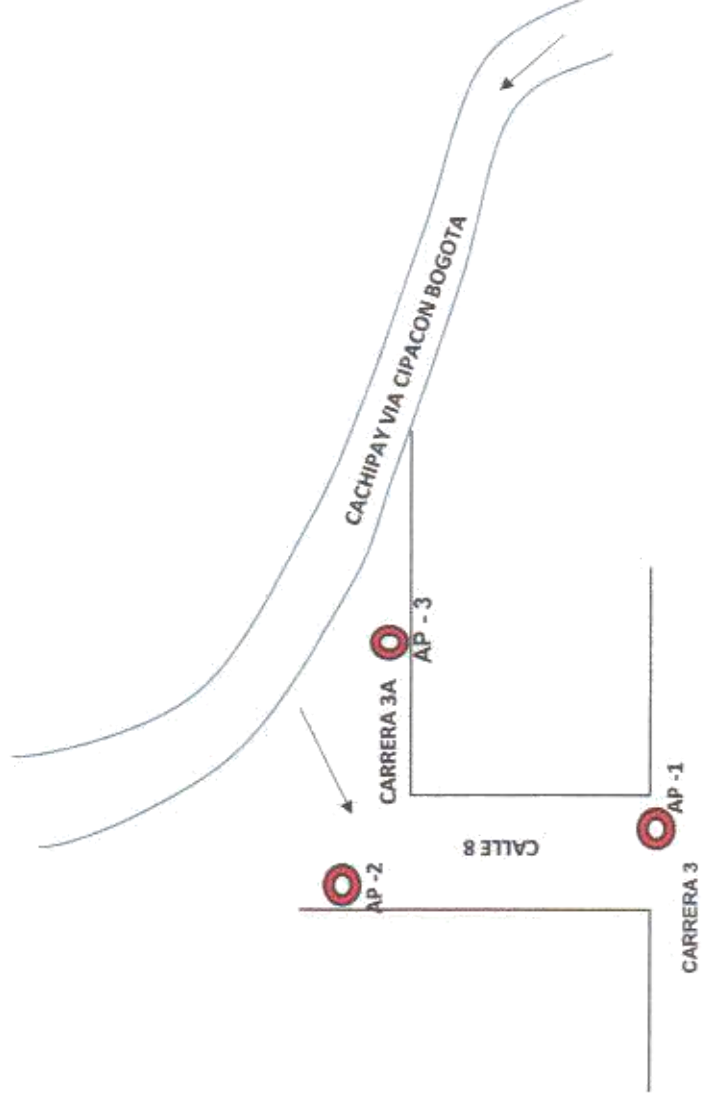
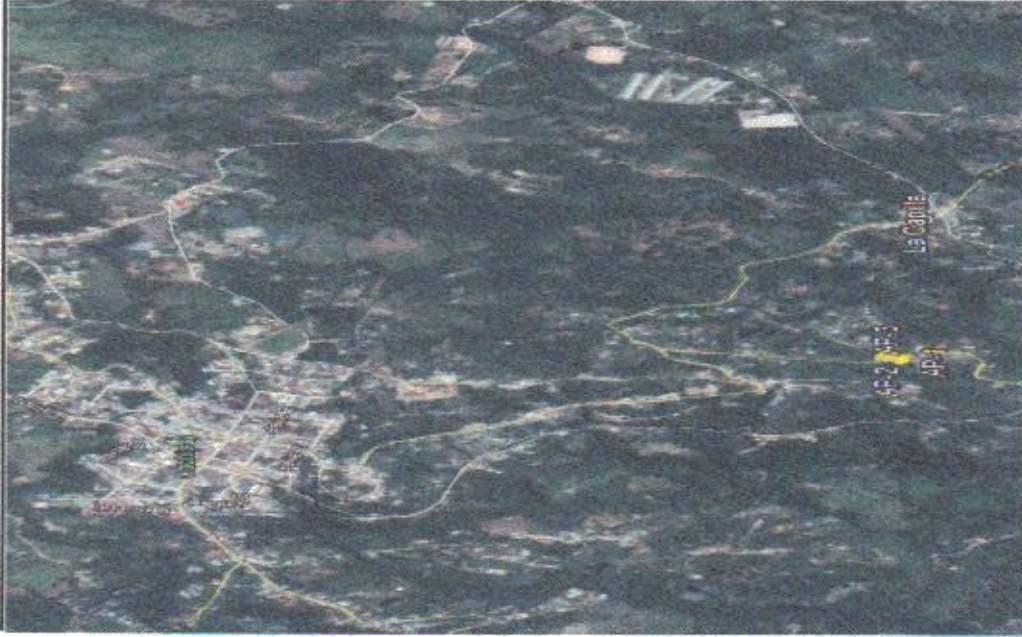
Página 39 de 43

### **APÉNDICE B.3: LOCALIZACION Y REGISTRO FOTOGRAFICO**

PROYECTO: CONSTRUCCION VIAS

LOCALIZACION: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A MUNICIPIO DE CACHIPAY

FECHA: 1 de marzo de 2017



ELABORO:

CATALINA CELY  
 JEFE DE LABORATORIO

REVISO

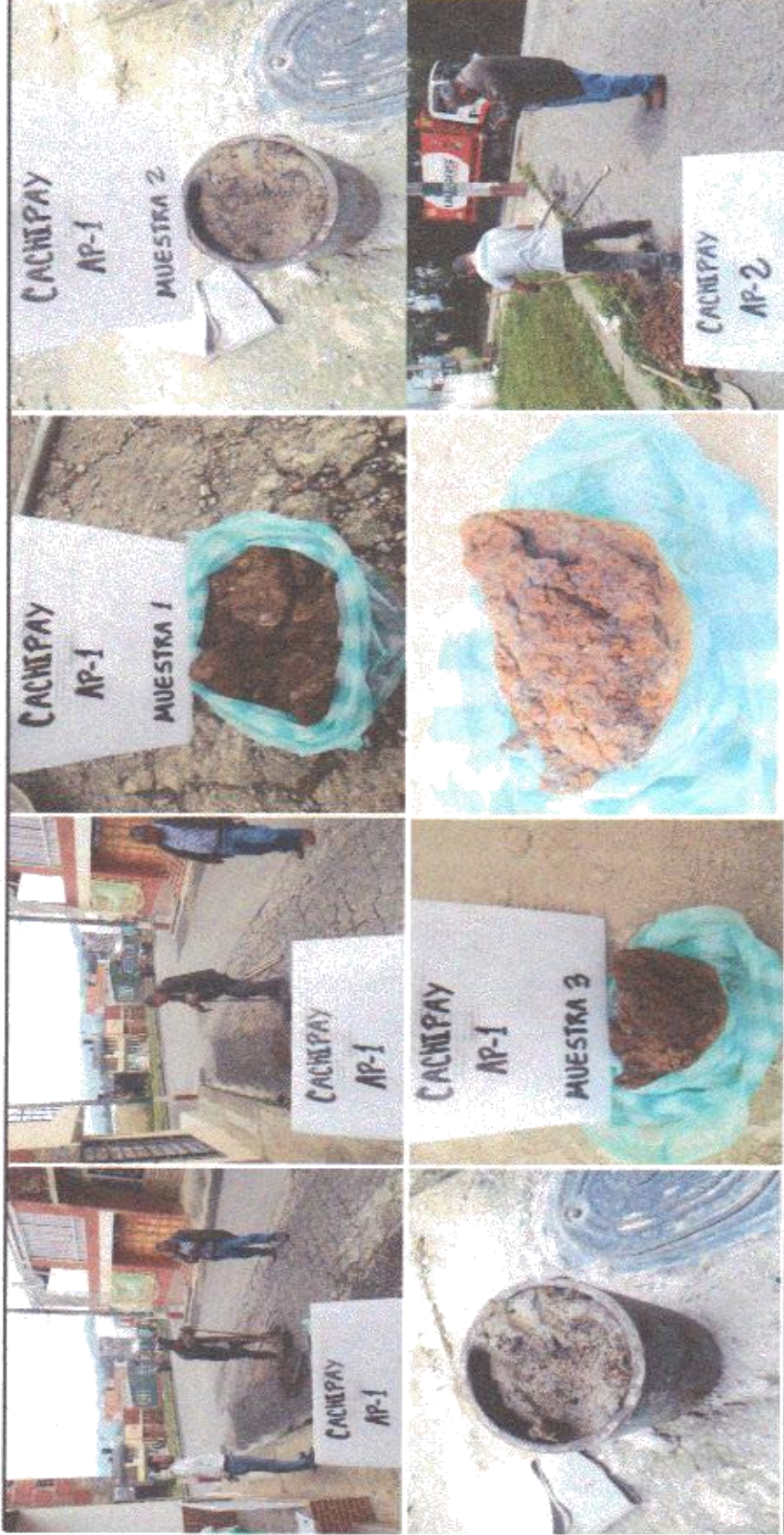
*[Handwritten signature]*  
**DAPCIL S.A.S.**



PROYECTO: CONSTRUCCION VIAS

LOCALIZACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A MUNICIPIO DE CACHIPAY

FECHA: 1 de marzo de 2017



Ejecucion trabajo de campo:

- Vista general de la ejecucion del trabajo de campo
- Ensayo de penetracion dinamica de cono PDC
- Vista en planta de las perforaciones
- Muestreo tipo CBR inalterado
- Muestreo tipo Bolsa (BS)

ELABORÓ:

CATALINA CELY  
 JEFE DE LABORATORIO

REVISÓ

**DAPCIL S.A.S.**

PROYECTO: CONSTRUCCION VIAS  
LOCALIZACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A MUNICIPIO DE CACHIPAY  
FECHA: 1 de marzo de 2017



Ejecucion trabajo de campo:

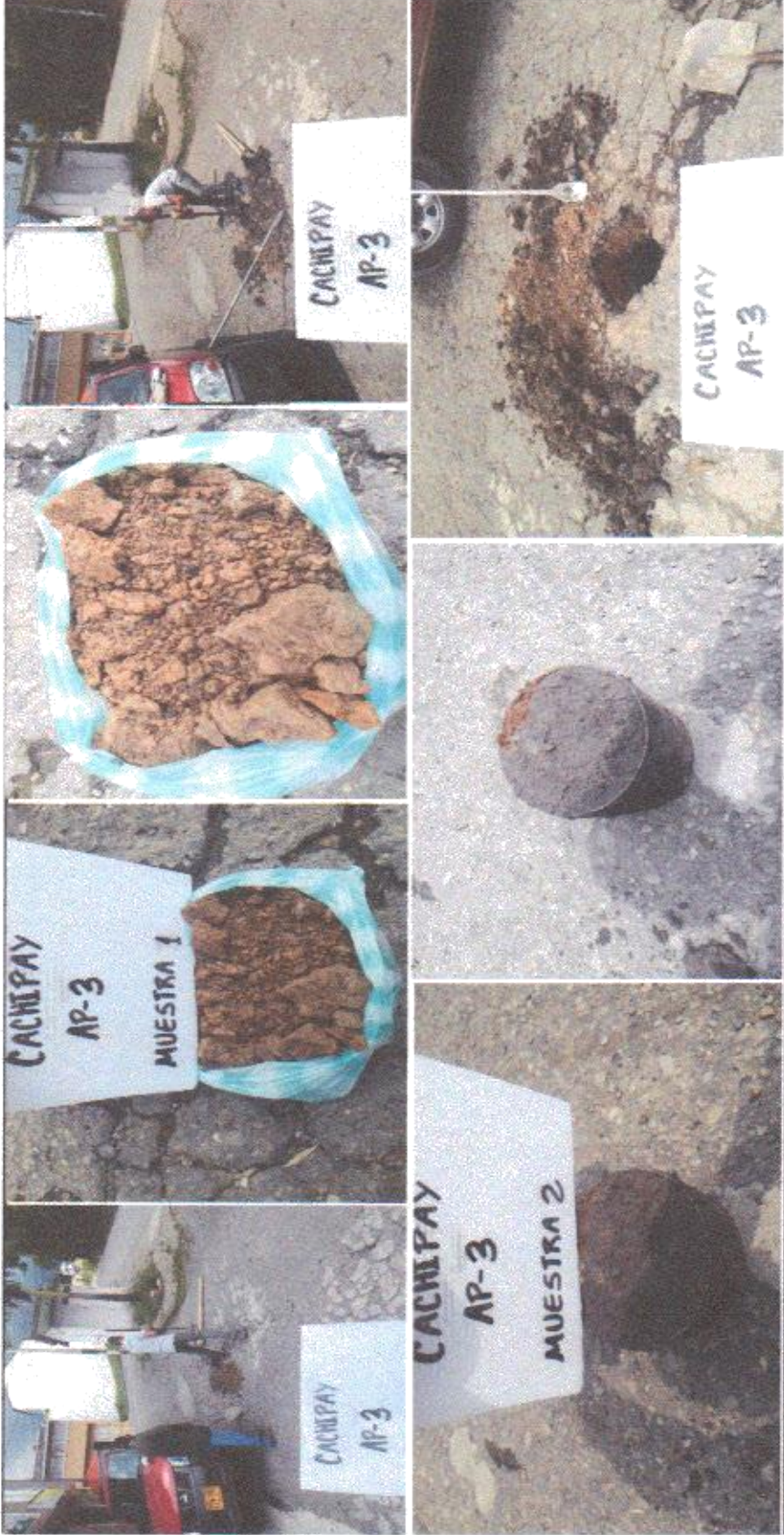
Vista general de la ejecucion del trabajo de campo  
Ensayo de penetracion dinamica de cono PDC  
Vista en planta de las perforaciones  
Muestreo tipo CBR inalterado  
Muestreo tipo Bolsa [BS]

**DAPCIL S.A.S.**

*[Handwritten signature]*

|         |                     |        |
|---------|---------------------|--------|
| ELABORO | CATALINA CELY       | REVISO |
|         | JEFE DE LABORATORIO |        |

PROYECTO: CONSTRUCCION VIAS  
 LOCALIZACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A MUNICIPIO DE CACHIPAY  
 FECHA: 1 de marzo de 2017



Ejecucion trabajo de campo:

Vista general de la ejecucion del trabajo de campo  
 Ensayo de penetracion dinamica de cono PDC  
 Vista en planta de las perforaciones  
 Muestreo tipo CBR inalterado  
 Muestreo tipo Bolsa [BS]

ELABORO: \_\_\_\_\_ CATALINA CELY \_\_\_\_\_ REVISO: \_\_\_\_\_  
 JEFE DE LABORATORIO

**DAPCIL S.A.S.**



**DAPCIL S.A.S**

INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**ESTUDIO GEOTÉNICO**  
CONSTRUCCION VIA CALLE 8- ENTRE CRAS 3 Y 3A  
MUNICIPIO DE CACHIPAY- CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01

VERSIÓN FORM.: 01

FECHA FORM.: 28-Nov-03

*Bogotá D. C., Marzo 9 de 2017*

Página 40 de 43

### **APÉNDICE A.3: RESUMEN DE RESULTADOS, PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO.**



**DAPCIL S.A.S.**  
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y FUNDACIONES

### TABLA DE RESUMEN DE RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

CÓDIGO: FO - RE - 04  
VERSIÓN: 1  
FECHA: 18-ene.-2016

OBRA: CONSTRUCCION VIAS

UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY

INTERVENIOR:

CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY

FECHA MUESTREO: 1-mar-2017

FECHA ENSAYO: 3-mar-2017

O. T.: 74

| PERFORACIÓN | PROFUNDIDAD |                        | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA                   | CLASIFICACIÓN |      | INDICES DE CONSISTENCIA |         |         |         | GRANULOMETRIA |        |        | CBR Inalterado |                  | γ <sub>T</sub><br>(Ton/m <sup>3</sup> ) |                  |
|-------------|-------------|------------------------|---|---------------|------|-------------------------|---------|---------|---------|---------------|--------|--------|----------------|------------------|---|------------------|
|             | No.         | M #<br>( m )           |   | AASHTO        | USCS | W <sub>n</sub><br>%     | LL<br>% | LP<br>% | IP<br>% | IL<br>%       | Gravas | Arenas | Finos          | Sin<br>Inmersión |   | Con<br>Inmersión |
| AP - 1      | 1           | 0,10 - 0,30            | GRANULAR LIMOSO HABANO                      | A-5 (1)       | GM   | 30,3                    | 41      | 31      | 10      | -0,1          | 33,4%  | 26,1%  | 40,6%          |                  |   |                  |
| AP - 1      | 2           | 0,30 - 0,60            | ARCILLA GRIS CLARAS                         | A-7-6 (42)    | CH   | 44,4                    | 66      | 27      | 38      | 0,5           | 0,0%   | 4,3%   | 96,7%          | 2,5              |   | 1,269            |
| AP - 1      | 3           | 0,30 - 1,50(1,00-1,60) | ARCILLA LIMOSA AMARILLA CON VETAS<br>GRISES | A-7-6 (83)    | CH   | 44,2                    | 102     | 33      | 89      | 0,2           | 0,0%   | 0,0%   | 100,0%         |                  |   |                  |
| AP - 2      | 1           | 0,10 - 0,35            | GRANULAR ARCILLOSO CAFÉ CLARO               | A-2-6 (0)     | GC   | 17,7                    | 34      | 22      | 12      | -0,4          | 49,6%  | 24,0%  | 25,6%          |                  |   |                  |
| AP - 2      | 2           | 0,35 - 0,70            | ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURA                  | A-7-6 (23)    | CL   | 30,0                    | 46      | 26      | 20      | 0,2           | 0,0%   | 1,8%   | 98,2%          | 5,1              |   | 1,509            |
| AP - 2      | 3           | 0,70 - 1,60(1,10-1,80) | ARCILLA GRIS CON VETAS AMARILLAS            | A-7-6 (38)    | CH   | 33,8                    | 61      | 28      | 33      | 0,2           | 0,0%   | 2,6%   | 97,4%          |                  |   |                  |
| AP - 3      | 1           | 0,10 - 0,30            | GRANULAR ARCILLOSO CAFÉ CLARO               | A-2-6 (0)     | GC   | 22,0                    | 34      | 22      | 12      | 0,0           | 53,8%  | 25,0%  | 21,2%          |                  |   |                  |
| AP - 3      | 2           | 0,30 - 1,50(1,00-1,60) | ARCILLA GRIS                                | A-7-6 (37)    | CH   | 36,8                    | 62      | 31      | 31      | 0,2           | 0,0%   | 2,4%   | 97,6%          | 3,7              |   | 1,442            |

**DAPCIL S.A.S.**

ELABORO

NELSON PARDO GONZALES  
JEFE DE LABORATORIO

REVISO

Calle 143 No 46 - 55 Teléfono (1) 258 59 75 - 310 806 10 72/ Bogotá D.C. - Colombia  
E-mail - dapcilsas@yahoo.com.co



**DAPCIL S.A.S.**  
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y FUNDACIONES

REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO  
PERFIL ESTRATIGRAFICO

CÓDIGO: FO - RE - 05  
VERSIÓN: 1  
FECHA: 18-ene.-2016

OBRA: CONSTRUCCION VIAS

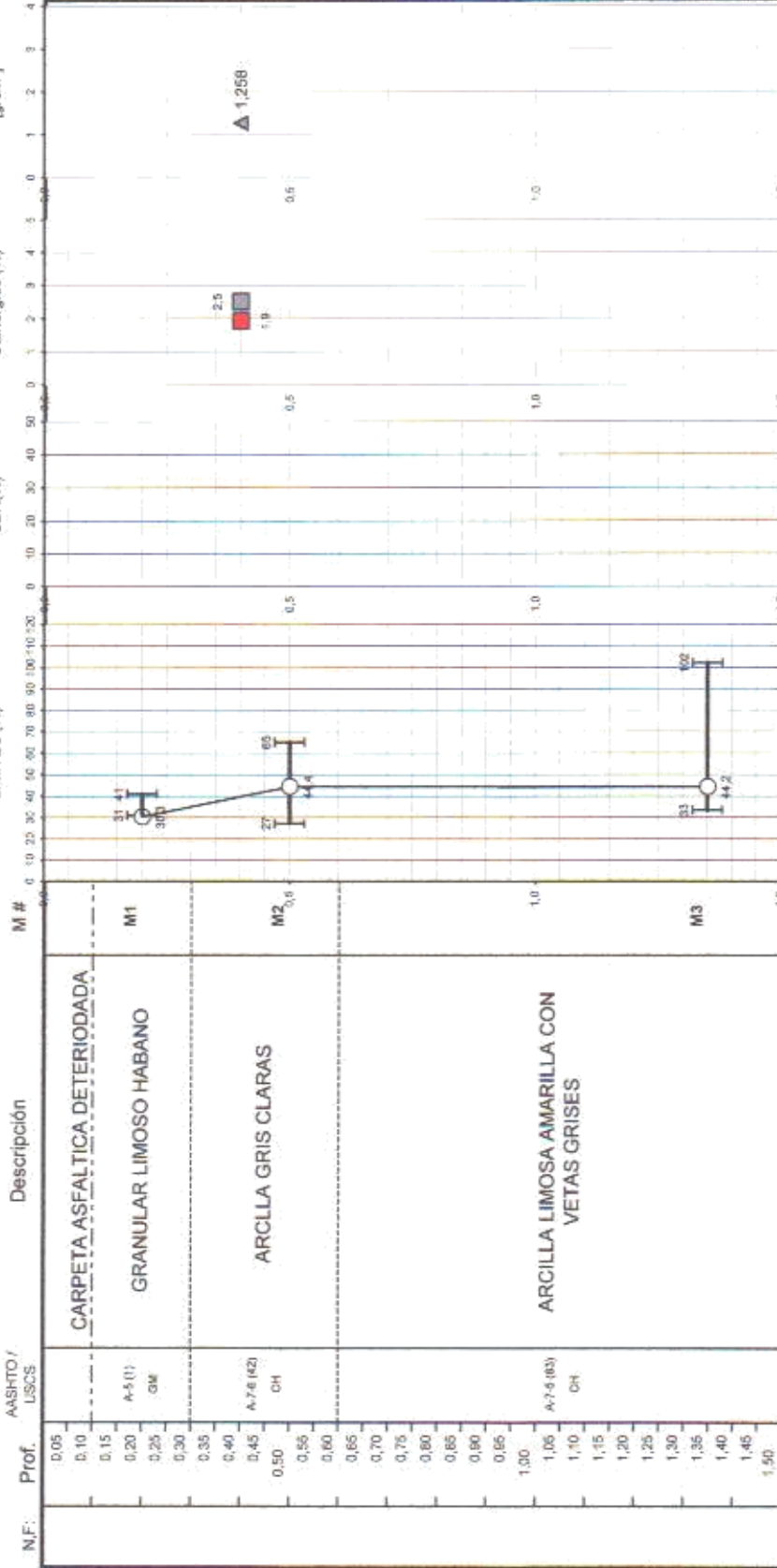
UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY

APIQUE: AP - 1

FECHA: 1 de marzo de 2017

LAT: 04°43'9,59"

LONG: 074°26'0,47"



CONVENCIONES:  
 ○ Humedad natural  
 ● PDC Cono Dinamico  
 □ CBR Inalterado  
 ■ CBR Sumergido  
 ▽ Nivel fratico  
 ▲ Peso Unitario humedo

FIN DE APIQUE

**DAPCIL S.A.S.**

ELABORO: CATALINA CELY  
 JEFE DE LABORATORIO  
 REVISO: \_\_\_\_\_

Calle 143 No.46 - 55. Teléfono (1) 258 59 75 - 310 806 10 72/ Bogotá D.C. - Colombia  
 E-mail - dapcil.as@yahoo.com.co



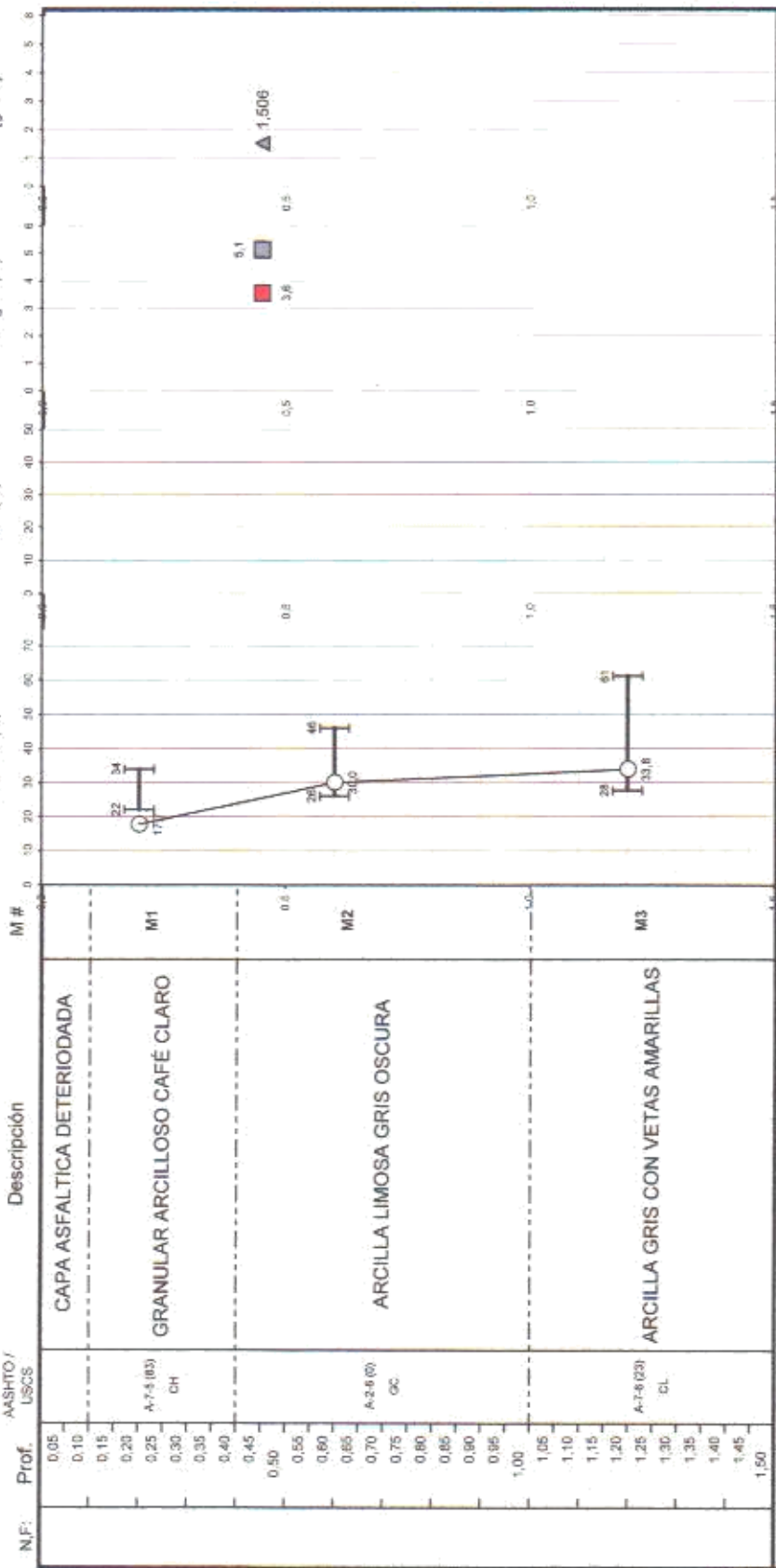
**DAPCIL S.A.S.**  
 INGENIEROS CONSULTORES  
 SUIZOS Y PALESTINOS

**REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO  
 PERFIL ESTRATIGRAFICO**

CÓDIGO: FO - RE - 05  
 VERSIÓN: 1  
 FECHA: 18-ene.-2016

**OBRA:** CONSTRUCCION VIAS  
**UBICACIÓN:** CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY  
**APIQUE:** AP - 2  
**FECHA:** 1 de marzo de 2017

LAT: 04°43'9,54"  
 LON: 074°26'0,31"



- CONVENCIONES:**
- Humedad natural
  - PDC Cono Dinamico
  - CBR Inalterado
  - CBR Sumergido
  - ▽ Nivel fratico
  - ▲ Peso Unitario humedo

**ELABORO:** CATALINA CELY  
**JEFE DE LABORATORIO**

**REVISO:** [Signature]

**DAPCIL S.A.S.**



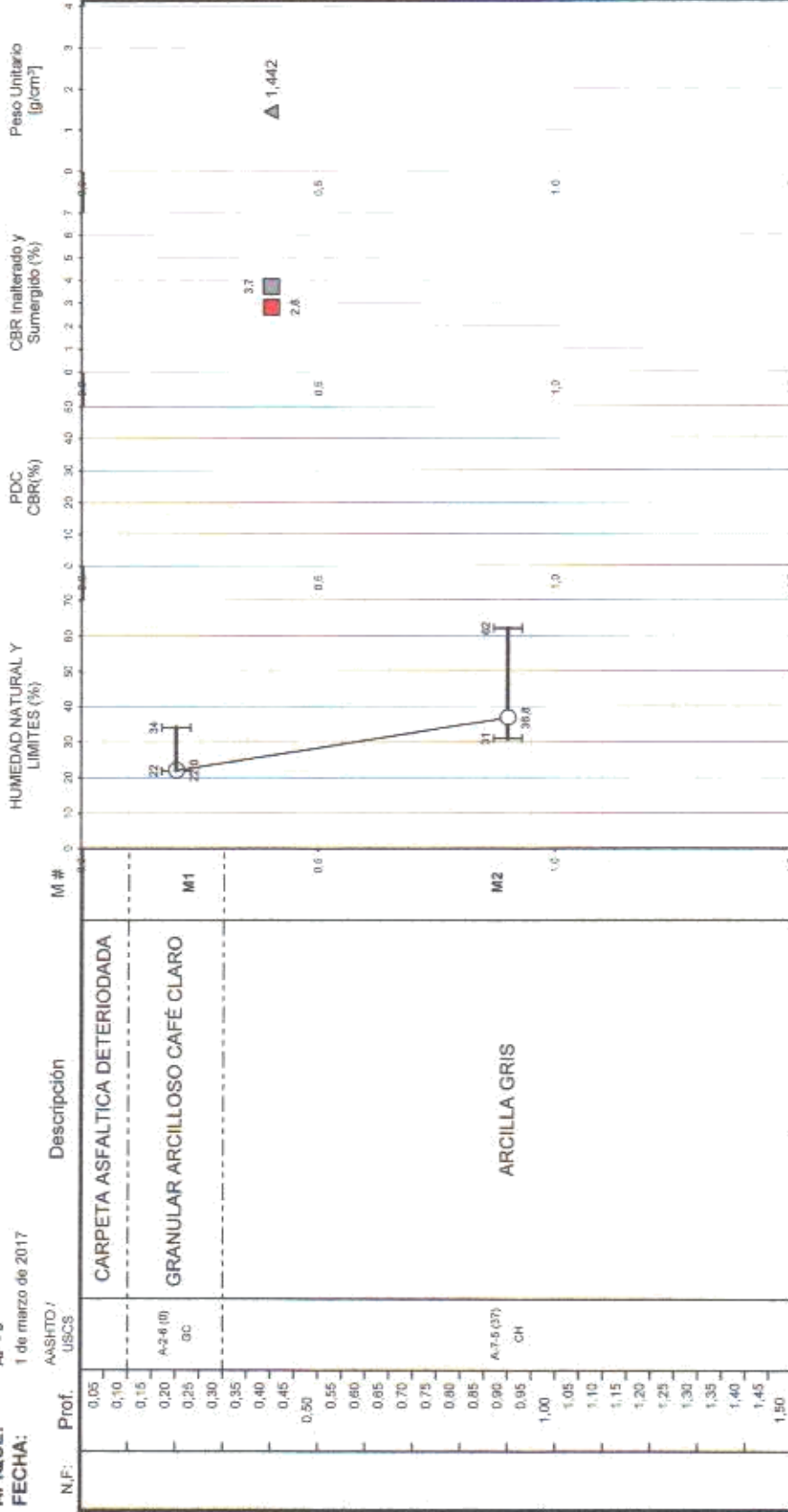
**DAPCIL S.A.S.**  
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO  
PERFIL ESTRATIGRAFICO**

CÓDIGO: FO - RE - 05  
VERSIÓN: 1  
FECHA: 18-ene.-2016

**OBRA:** CONSTRUCCION VIAS  
**UBICACIÓN:** CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY  
**APIQUE:** AP - 3  
**FECHA:** 1 de marzo de 2017

LAT: 05°09'54,9"  
LON: 074°10'14"



**CONVENCIONES:**  
 ○ Humedad natural  
 ● PDC Cono Dinámico  
 □ CBR Inalterado  
 ■ CBR Sumergido  
 ▽ Nivel frático  
 ▲ Peso Unitario humedo

FER DE  
APIQUE

**DAPCIL S.A.S.**  
 [Handwritten signature]  
 [Handwritten signature]

ELABORO: \_\_\_\_\_ CATALINA CELY \_\_\_\_\_ REVISO: \_\_\_\_\_  
 JEFE DE LABORATORIO

Calle 143 No.46 - 55. Teléfono (1) 258 59 75 - 310 806 10 72/ Bogotá D.C - Colombia  
 E-mail - dapcillas@yahoo.com.co





**DAPCIL S.A.S.**  
INGENIERIA CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**CBR DEL SUELO SOBRE  
MUESTRA INALTERADA**

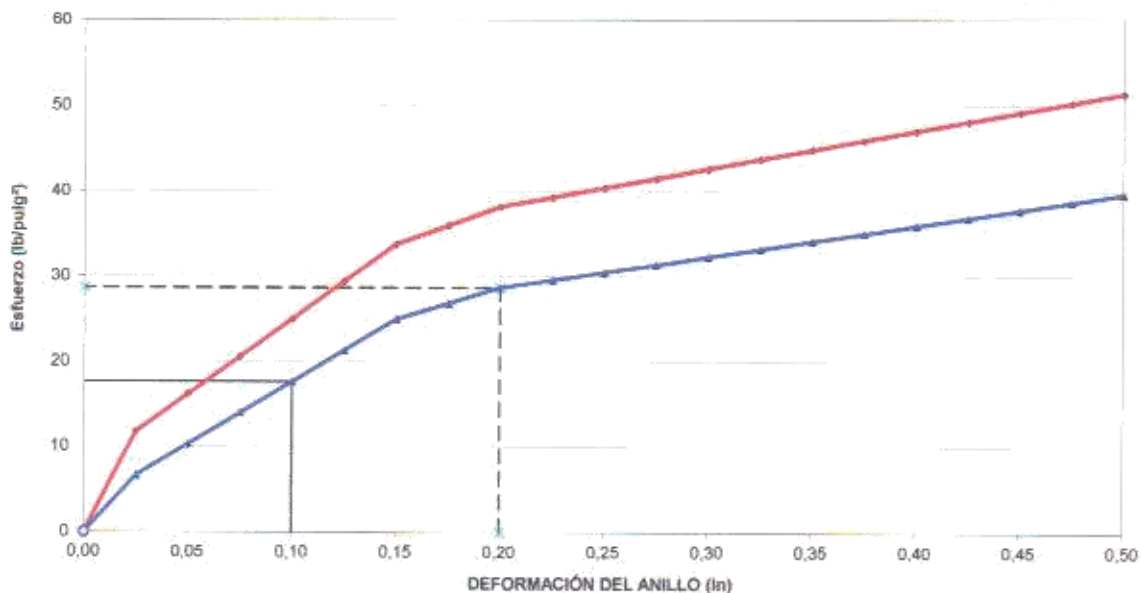
NORMA I.N.V. E - 148

CÓDIGO: FO - RE - 03  
VERSIÓN: 1  
FECHA: 18-ene.-2016

OBRA: CONSTRUCCION VIAS  
UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY  
INTERVENTOR:  
CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY  
MATERIAL: ARCILLA GRIS CLARAS

NI: -  
FECHA MUESTREO: 1-mar-2017  
FECHA ENSAYO: 3-mar-2017  
OT: 74

| APIQUE No:                           |        | AP - 1                |                               | MUESTRA No:                                |             | 2                    |  | PROFUNDIDAD (m): |   | 0,40 - 0,80 |  |
|--------------------------------------|--------|-----------------------|-------------------------------|--|-------------|----------------------|--|------------------|---|-------------|--|
| LECTURAS DE PENETRACIÓN<br>Pulg. mm. |        | CARGA ESTÁNDAR<br>Lb. | No MOLDE                      |  |             | No MOLDE 0           |  |                  | CONDICIONES DEL SUELO                       |             |  |
|                                      |        |                       | SIN INMERSIÓN                 |  |             | DESPUÉS DE INMERSIÓN |  |                  |   |             |  |
|                                      |        |                       | LECT. DIAL                    | ESFUERZO<br>Lb/in <sup>2</sup><br>[P.S.I.] | C.B.R.<br>% | LECT. DIAL           | ESFUERZO<br>Lb/in <sup>2</sup><br>[P.S.I.] | C.B.R.<br>%      |   |             |  |
|                                      |        |                       | kg                            | [P.S.I.]                                   | corregido   | kg                   | [P.S.I.]                                   | corregido        |   |             |  |
| 0,025                                | 0,635  |                       | 16,0                          | 11,8                                       |             | 9,0                  | 6,6  |                  | PESO MUESTRA HUMEDA<br>4054 g               |             |  |
| 0,050                                | 1,270  |                       | 22,0                          | 16,2                                       |             | 14,0                 | 10,3                                       |                  | Diámetro molde: 15,2 cm                     |             |  |
| 0,075                                | 1,905  |                       | 28,0                          | 20,6                                       |             | 19,0                 | 14,0                                       |                  | Altura muestra: 12,3 cm                     |             |  |
| 0,100                                | 2,540  | 3000                  | 34,0                          | 25,0                                       | 2,5         | 24,0                 | 17,6                                       | 1,8              | <b>HUMEDAD NATURAL</b>                      |             |  |
| 0,125                                | 3,175  |                       | 40,0                          | 29,4                                       |             | 29,0                 | 21,3                                       |                  | W <sub>o</sub> MUESTRA + T: 94,3 g          |             |  |
| 0,150                                | 3,810  |                       | 46,0                          | 33,8                                       |             | 34,0                 | 25,0                                       |                  | W <sub>i</sub> MUESTRA + T: 67,2 g          |             |  |
| 0,200                                | 5,080  | 4500                  | 52,0                          | 38,2                                       | 2,5         | 39,0                 | 28,7                                       | 1,9              | W Tara (T): 6,1 g                           |             |  |
| 0,300                                | 7,620  |                       | 58,0                          | 42,6                                       |             | 44,0                 | 32,3                                       |                  | HUMEDAD % : 44,4                            |             |  |
| 0,400                                | 10,160 |                       | 64,0                          | 47,0                                       |             | 49,0                 | 36,0                                       |                  | DENSIDAD HUMEDAD<br>1,816 g/cm <sup>3</sup> |             |  |
| 0,500                                | 12,700 |                       | 70,0                          | 51,4                                       |             | 54,0                 | 39,7                                       |                  | DENSIDAD SECA<br>1,258 g/cm <sup>3</sup>    |             |  |
| <b>EXPANSIÓN</b>                     |        |                       |                               |  |             |                      |  |                  |   |             |  |
| Recta corregida molde No SIN I       |        |                       | <b>EXPANSIÓN</b>              | LECT. INICIAL DIAL                         | 1,0         |                      |  |                  |   |             |  |
| x1                                   | 0,000  |                       |                               | LECTURA 1º DIA                             | 6,9         |                      |  |                  |   |             |  |
| y1                                   | 0,000  |                       |                               | LECTURA 2º DIA                             | 7,6         |                      |  |                  |   |             |  |
| x2                                   | 0,000  |                       |                               | LECTURA 3º DIA                             | 8,9         |                      |  |                  |   |             |  |
| y2                                   | 0,0    |                       |                               | LECTURA 4º DIA                             | 9,8         |                      |  |                  |   |             |  |
| Recta corregida molde No DES         |        |                       |                               | EXP. TOTAL (mm)                            | 0,224       |                      |  |                  |   |             |  |
| x1                                   | 0,000  |                       | EXP. TOTAL %                  | 0,182                                      |             |                      |  |                  |   |             |  |
| y1                                   | 0,000  |                       | <b>HUMEDAD DE PENETRACIÓN</b> |  |             |                      |  |                  |   |             |  |
| x2                                   | 0,000  |                       | PESO SUELO HUMEDA + TARA      | 214,2                                      |             |                      |  |                  |   |             |  |
| y2                                   | 0,0    |                       | PESO SUELO SECO + TARA        | 151,1                                      |             |                      |  |                  |   |             |  |
|                                      |        |                       | PESO TARA                     | 14,2                                       |             |                      |  |                  |   |             |  |
|                                      |        |                       | HUMEDAD                       | 46,1                                       |             |                      |  |                  |   |             |  |
|                                      |        |                       | No ANILLO:                    | N.A.                                       |             |                      |  |                  |   |             |  |
|                                      |        |                       | CONSTANTE:                    | 1  |             |                      |  |                  |   |             |  |



CATALINA CELY  
JEFE DE LABORATORIO

REVISO

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 258 59 75 - 310 806 10-72/ Bogotá D C - Colombia  
E-mail - dapcilsas@yahoo.com.co

**DAPCIL S.A.S.**



**DAPCIL S.A.S.**  
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**CBR DEL SUELO SOBRE  
MUESTRA INALTERADA**

NORMA I.N.V. E - 148

CÓDIGO: FO - RE - 03  
VERSIÓN: 1  
FECHA: 18-ene.-2016

OBRA: CONSTRUCCION VIAS  
UBICACION: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY  
INTERVENTOR:  
CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY  
MATERIAL: ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURA

NI: -  
FECHA MUESTREO: 1-mar-2017  
FECHA ENSAYO: 3-mar-2017  
OT: 74

APIQUE No: AP - 2 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 0,40 - 0,80

| LECTURAS DE PENETRACIÓN<br>Pulg. mm. | CARGA ESTÁNDAR<br>Lb. | No MOLDE         |  |                          | No MOLDE 0           |  |  | CONDICIONES DEL SUELO |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------|--|--------------------------|----------------------|--|--|-----------------------|
|                                      |                       | SIN INMERSIÓN    |  |                          | DESPUÉS DE INMERSIÓN |  |  |                       |
|                                      |                       | LECT. DIAL<br>kg | ESFUERZO<br>Lb/in <sup>2</sup><br>[P.S.I.] | C.B.R.<br>%<br>corregido | LECT. DIAL<br>kg     | ESFUERZO<br>Lb/in <sup>2</sup><br>[P.S.I.] | C.B.R.<br>%<br>corregido                   |                       |
| 0,025                                | 0,635                 | 21,7             | 15,9                                       |                          | 13,3                 | 9,8  | PESO MUESTRA HÚMEDA<br>4463 g              |                       |
| 0,050                                | 1,270                 | 40,3             | 29,6                                       |                          | 23,2                 | 17,0                                       | Diámetro molde: 15,3 cm                    |                       |
| 0,075                                | 1,905                 | 54,7             | 40,2                                       |                          | 33,1                 | 24,3                                       | Altura muestra: 12,4 cm                    |                       |
| 0,100                                | 2,540                 | 68,5             | 50,3                                       | 5,0                      | 43,0                 | 31,6                                       | <b>HUMEDAD NATURAL</b>                     |                       |
| 0,125                                | 3,175                 | 78,3             | 57,5                                       |                          | 52,9                 | 38,9                                       | Wo MUESTRA + T: 102,0 g                    |                       |
| 0,150                                | 3,810                 | 87,9             | 64,6                                       |                          | 62,8                 | 46,2                                       | Wf MUESTRA + T: 79,8 g                     |                       |
| 0,200                                | 5,080                 | 104,8            | 77,0                                       | 5,1                      | 72,7                 | 53,4                                       | W Tara (T): 5,9 g                          |                       |
| 0,300                                | 7,820                 | 125,5            | 92,2                                       |                          | 82,6                 | 60,7                                       | HUMEDAD % : 30,0                           |                       |
| 0,400                                | 10,160                | 137,9            | 101,3                                      |                          | 92,5                 | 68,0                                       | DENSIDAD HÚMEDA<br>1,958 g/cm <sup>3</sup> |                       |
| 0,500                                | 12,700                | 149,0            | 109,5                                      |                          | 102,4                | 75,3                                       | DENSIDAD SECA<br>1,506 g/cm <sup>3</sup>   |                       |

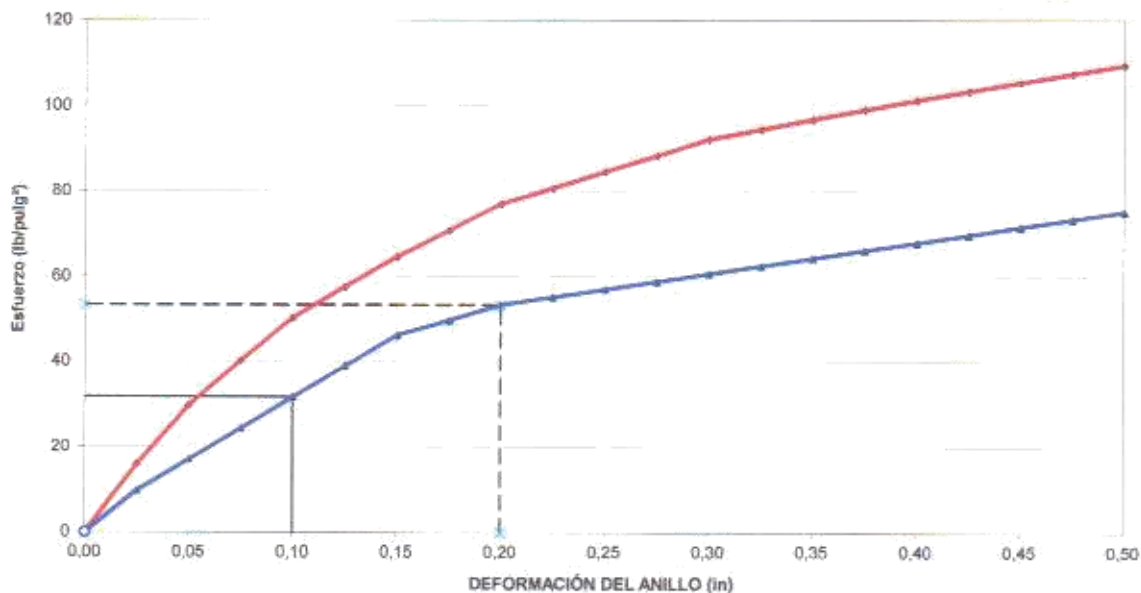
| EXPANSIÓN                    |                        |
|------------------------------|------------------------|
| Recta corregida molde No SIN | LECT. INICIAL DIAL 1,3 |
| x1 0,000                     | LECTURA 1º DIA 11,2    |
| y1 0,000                     | LECTURA 2º DIA 12,6    |
| x2 0,000                     | LECTURA 3º DIA 13,4    |
| y2 0,0                       | LECTURA 4º DIA 14,5    |
| Recta corregida molde No DES | EXP. TOTAL (mm) 0,335  |
| x1 0,000                     | EXP. TOTAL % 0,270     |
| y1 0,000                     |                        |
| x2 0,000                     |                        |
| y2 0,0                       |                        |

| HUMEDAD DE PENETRACIÓN   |       |
|--------------------------|-------|
| PESO SUELO HUMEDA + TARA | 325,3 |
| PESO SUELO SECO + TARA   | 253,3 |
| PESO TARA                | 23,2  |
| HUMEDAD                  | 31,3  |

|            |      |
|------------|------|
| No ANILLO: | N.A. |
| CONSTANTE: | 1    |



**DAPCIL S.A.S.**  
*[Handwritten signature]*

CATALINA CELY  
JEFE DE LABORATORIO

REVISO



**DAPCIL S.A.S.**  
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y PAVIMENTOS

**CBR DEL SUELO SOBRE  
MUESTRA INALTERADA**

NORMA I.N.V. E - 148

CÓDIGO: FO - RE - 03  
VERSIÓN: 1  
FECHA: 18-ene.-2016

OBRA: CONSTRUCCION VIAS  
UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY  
INTERVENTOR:  
CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY  
MATERIAL: ARCILLA GRIS

NI: -  
FECHA MUESTREO: 1-mar-2017  
FECHA ENSAYO: 3-mar-2017  
OT: 74

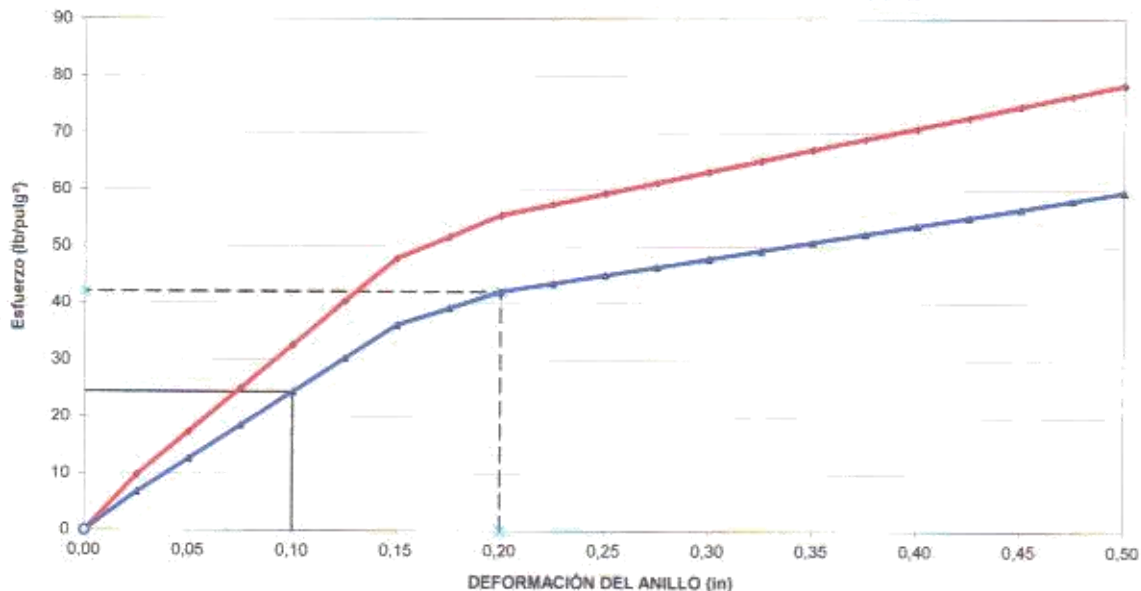
| LECTURAS DE PENETRACIÓN |        | CARGA ESTÁNDAR Lb. | No MOLDE SIN INMERSIÓN |                                      |                    | No MOLDE 0 DESPUÉS DE INMERSIÓN |                                      |                    | CONDICIONES DEL SUELO |
|-------------------------|--------|--------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Pulg.                   | mm.    |                    | LECT. DIAL kg          | ESFUERZO Lb/in <sup>2</sup> [P.S.I.] | C.B.R. % corregido | LECT. DIAL kg                   | ESFUERZO Lb/in <sup>2</sup> [P.S.I.] | C.B.R. % corregido |                       |
| 0,025                   | 0,635  |                    |                        | 13,2                                 | 9,7                |                                 | 9,2                                  | 6,8                |                       |
| 0,050                   | 1,270  |                    | 23,6                   | 17,3                                 |                    | 17,2                            | 12,6                                 |                    |                       |
| 0,075                   | 1,905  |                    | 34,0                   | 25,0                                 |                    | 25,2                            | 18,5                                 |                    |                       |
| 0,100                   | 2,540  | 3000               | 44,4                   | 32,6                                 | 3,3                | 33,2                            | 24,4                                 | 2,4                |                       |
| 0,125                   | 3,175  |                    | 54,8                   | 40,3                                 |                    | 41,2                            | 30,3                                 |                    |                       |
| 0,150                   | 3,810  |                    | 65,2                   | 47,9                                 |                    | 49,2                            | 36,2                                 |                    |                       |
| 0,200                   | 5,080  | 4500               | 75,6                   | 55,6                                 | 3,7                | 57,2                            | 42,0                                 | 2,8                |                       |
| 0,300                   | 7,620  |                    | 86,0                   | 63,2                                 |                    | 85,2                            | 47,9                                 |                    |                       |
| 0,400                   | 10,160 |                    | 96,4                   | 70,8                                 |                    | 73,2                            | 53,8                                 |                    |                       |
| 0,500                   | 12,700 |                    | 106,8                  | 78,5                                 |                    | 81,2                            | 59,7                                 |                    |                       |

APIQUE No: AP - 3 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 0,45 - 0,65

CONDICIONES DEL SUELO:  
PESO MUESTRA HÚMEDA: 4332 g  
Diámetro molde: 15,2 cm  
Altura muestra: 12,1 cm  
**HUMEDAD NATURAL**  
Wo MUESTRA + T: 99,2 g  
Wf MUESTRA + T: 74,2 g  
W Tara (T): 6,1 g  
HUMEDAD %: 36,8  
**DENSIDAD HUMEDAD**  
1,973 g/cm<sup>3</sup>  
**DENSIDAD SECA**  
1,442 g/cm<sup>3</sup>

| EXPANSIÓN                    |  | HUMEDAD DE PENETRACIÓN   |       |
|------------------------------|--|--------------------------|-------|
| Recta corregida molde No SIN |  | LECT. INICIAL DIAL       | 2,0   |
| x1 0,000                     |  | LECTURA 1º DIA           | 13,2  |
| y1 0,000                     |  | LECTURA 2º DIA           | 14,2  |
| x2 0,000                     |  | LECTURA 3º DIA           | 15,6  |
| y2 0,0                       |  | LECTURA 4º DIA           | 16,9  |
| Recta corregida molde No DES |  | EXP. TOTAL (mm)          | 0,378 |
| x1 0,000                     |  | EXP. TOTAL %             | 0,313 |
| y1 0,000                     |  |                          |       |
| x2 0,000                     |  |                          |       |
| y2 0,0                       |  |                          |       |
|                              |  | PESO SUELO HUMEDA + TARA | 278,5 |
|                              |  | PESO SUELO SECO + TARA   | 207,6 |
|                              |  | PESO TARA                | 21,4  |
|                              |  | HUMEDAD                  | 38,1  |

No ANILLO: N.A.  
CONSTANTE: 1



CATALINA CELY  
JEFE DE LABORATORIO

REVISO

**DAPCIL S.A.S.**  
*[Handwritten signature]*



**DAPCIL S.A.S.**  
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y FUNDACIONES

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR MEDIO DE LÍMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NORMAS I.N.V. E-125 / E-126 / E-123

CÓDIGO: FO - RE - 01  
VERSIÓN: 5  
FECHA: 15-ene.-2016

OBRA: CONSTRUCCION VIAS

UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY

INTERVENTOR:

CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY

FUENTE:

MATERIAL: GRANULAR LIMOSO HABANO

NI:

FECHA MUESTREO: 1-mar-2017

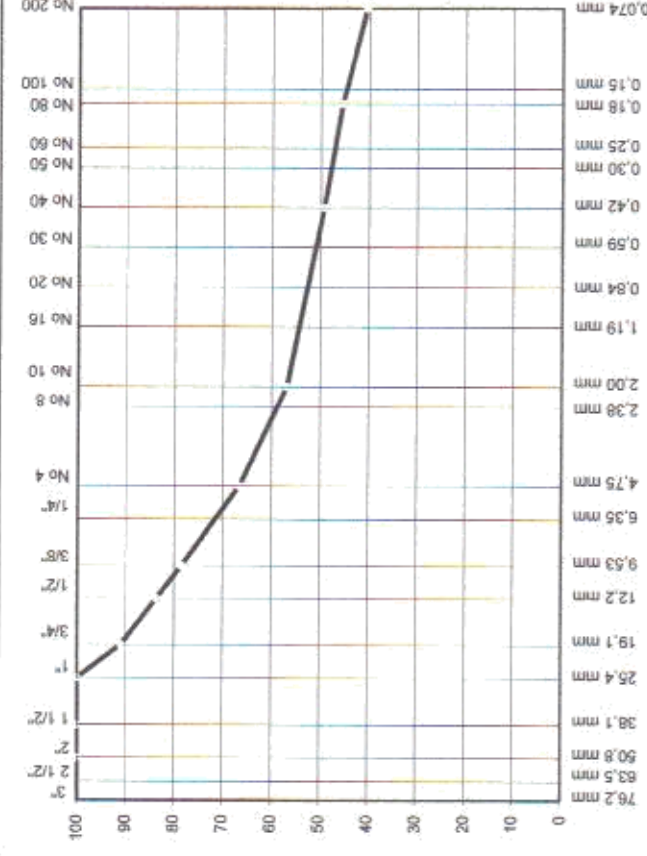
FECHA ENSAYO: 3-mar-2017

O. T. : 74

APIQUE No: 1

No MUESTRA: 1

PROFUNDIDAD (m): 0,10 - 0,30



Gravias: 33,4% Arenas: 26,1% Finos: 40,5%

EQUIPO UTILIZADO: DAP-1MP-001 CERTIFICADO CALIBRACIÓN No. 0185-05-BALANZA DAP-BE-03-V021

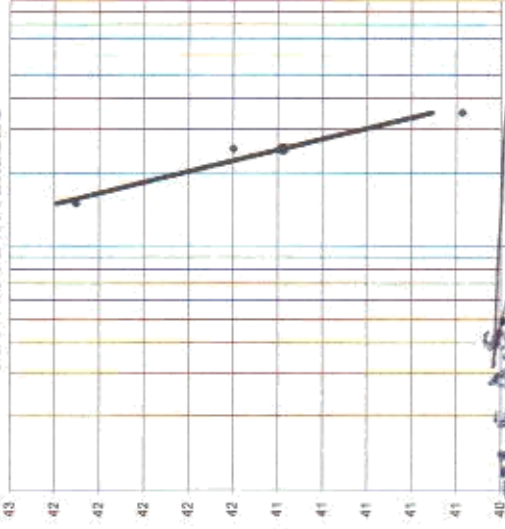
OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

| TAMIZ  | PESO INICIAL (g) | % RETENIDO | % PASA |
|--------|------------------|------------|--------|
| No 200 | 923,7            | 100,0      | 0,0    |
| 3"     | 0,0              | 0,0        | 100,0  |
| 2"     | 0,0              | 0,0        | 100,0  |
| 1 1/2" | 0,0              | 0,0        | 100,0  |
| 1"     | 0,0              | 0,0        | 100,0  |
| 3/4"   | 82,8             | 9,0        | 91,0   |
| 1/2"   | 67,9             | 7,4        | 93,7   |
| 3/8"   | 47,3             | 5,1        | 95,5   |
| No 4   | 110,6            | 12,0       | 88,0   |
| 10     | 89,4             | 9,7        | 90,3   |
| 40     | 69,8             | 7,6        | 92,4   |
| 80     | 35,3             | 3,8        | 96,2   |
| 200    | 46,2             | 5,0        | 95,0   |
| Fondo  | 374,4            | 40,5       | 59,5   |

| LÍMITE LIQUIDO  |       |       |        |
|-----------------|-------|-------|--------|
| No GOLPES       | 35    | 25    | 15     |
| No DE LATA      | 24    | 9     | 30     |
| P1 (gr)         | 26,41 | 27,95 | 24,99  |
| P2 (gr)         | 23,16 | 24,88 | 21,94  |
| P3 (gr)         | 15,15 | 17,50 | 14,73  |
| % HUMEDAD       | 40,6  | 41,6  | 42,3   |
| LÍMITE PLÁSTICO |       |       |        |
| No DE LATA      | 8     | 5     | 95     |
| P1 (gr)         | 19,66 | 19,87 | 615,50 |
| P2 (gr)         | 18,61 | 18,70 | 491,40 |
| P3 (gr)         | 15,20 | 14,93 | 81,50  |
| % HUMEDAD       | 30,8  | 31,0  | 30,3   |

**LÍMITES DE ATTERBERG**



| Especific.             | Resultado |
|------------------------|-----------|
| LÍMITE LIQUIDO:        | 41        |
| LÍMITE PLÁSTICO:       | 31        |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD: | 10        |
| HUMEDAD NATURAL:       | 30,3      |

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO (I.G.) A-5(1)  
U. S. C. S.: GM

**DAPCIL S.A.S.**  
*[Handwritten signature]*

ELABORO

CATALINA CELY  
JEFE DE LABORATORIO

REVISO



**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR MEDIO DE LÍMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123

CÓDIGO: FO - RE - 01  
VERSIÓN: 5  
FECHA: 15-ene.-2016

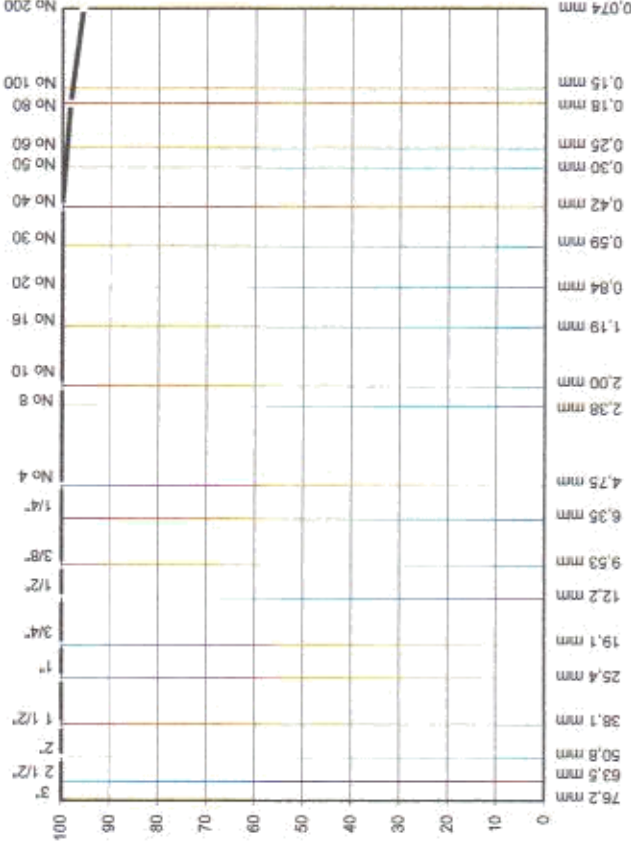
OBRA: **CONSTRUCCION VIAS**  
UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A. - MUNICIPIO DE CACHIPAY  
INTERVENTOR:  
CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY  
FUENTE:  
MATERIAL: ARCILLA GRIS CLARAS

NI: -  
FECHA MUESTREO: 1-mar-2017  
FECHA ENSAYO: 3-mar-2017  
O. T.: 74

PROFUNDIDAD (m): 0,30 - 0,60  
**LÍMITES DE ATTERBERG**

| LÍMITE LIQUIDO |            | LÍMITE PLÁSTICO |            | w. Nral |
|----------------|------------|-----------------|------------|---------|
| No GOLPES      | No DE LATA | No DE LATA      | No DE LATA |         |
| 33             | 23         | 36              | 14         | 111     |
| 25             | 2          | 20,85           | 20,14      | 94,33   |
| 33,42          | 31,52      | 17,43           | 16,88      | 67,21   |
| 27,24          | 25,03      | 4,95            | 4,82       | 6,12    |
| 17,55          | 15,09      | 27,4            | 27,0       | 44,4    |
| 63,8           | 65,3       |                 |            |         |

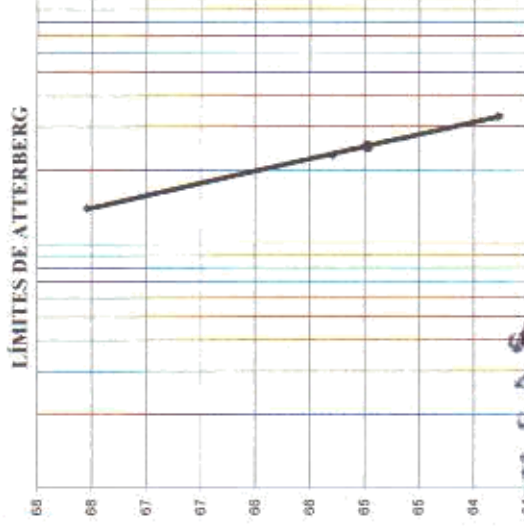
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO |              | 61,1       |        |
|-------------------------|--------------|------------|--------|
| TAMIZ                   | RETENIDO (g) | % RETENIDO | % PASA |
| No                      |              | 0,0        | 100,0  |
| 3"                      |              | 0,0        | 100,0  |
| 2"                      |              | 0,0        | 100,0  |
| 1 1/2"                  |              | 0,0        | 100,0  |
| 1"                      |              | 0,0        | 100,0  |
| 3/4"                    |              | 0,0        | 100,0  |
| 1/2"                    |              | 0,0        | 100,0  |
| 3/8"                    |              | 0,0        | 100,0  |
| No 4                    |              | 0,0        | 100,0  |
| 10                      |              | 0,0        | 100,0  |
| 40                      |              | 0,0        | 100,0  |
| 80                      | 1,0          | 1,6        | 98,4   |
| 200                     | 1,6          | 2,6        | 95,7   |
| Fondo                   | 58,5         | 95,7       | 0,0    |



| Especif.               | Resultado |
|------------------------|-----------|
| LÍMITE LIQUIDO:        | 65        |
| LÍMITE PLÁSTICO:       | 27        |
| INDICE DE PLASTICIDAD: | 38        |
| HUMEDAD NATURAL:       | 44,4      |
| INDICE DE LIQUIDEZ:    | 0,5       |

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.) A-7-6 (42)  
U. S. C. S.: CH



EQUIPO UTILIZADO: DAP-IMP-057 CERTIFICADO CALIBRACION N.º 0156-08-BALANZA DAP-BE-001021  
OBSERVACIONES:

**DAPCIL S.A.S.**  
*[Handwritten Signature]*

ELABORO: CATALINA CELY  
JEFE DE LABORATORIO

REVISO: \_\_\_\_\_



**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR MEDIO DE LÍMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMAS I.N.V. E-125 / E-126 / E-123

CÓDIGO: FO - RE - 01  
VERSION: 5  
FECHA: 15-ene-2016

OBRA: CONSTRUCCION VIAS  
UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY

INTERVENOR:

CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY

FUENTE:

MATERIAL: ARCILLA LIMOSA AMARILLA CON VETAS GRISES

NI: -  
FECHA MUESTREO: 1-mar-2017  
FECHA ENSAYO: 3-mar-2017  
O. T.: 74

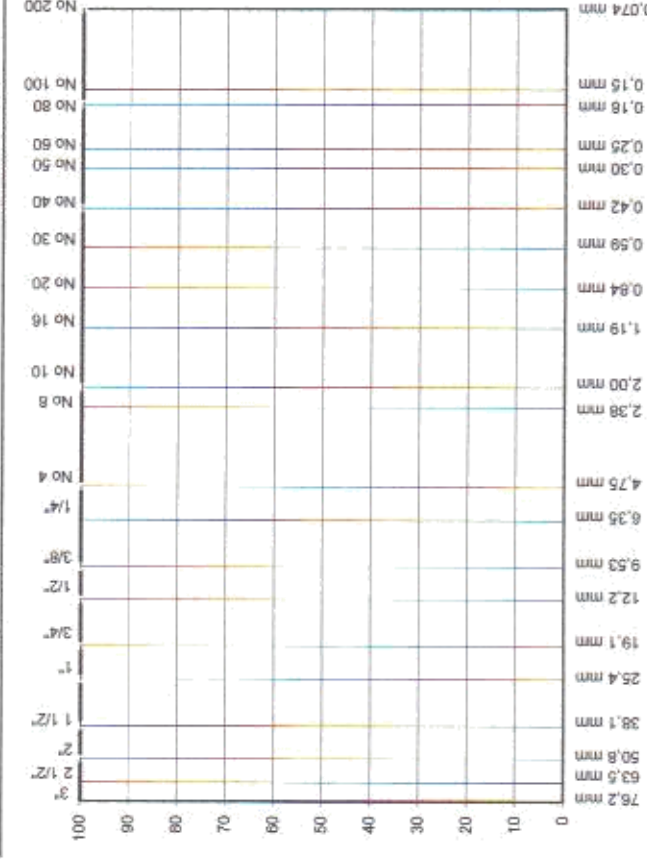
PROFUNDIDAD (m): 0,30 - 1,50(1,00-1,50)

No MUESTRA: 3

APIQUE No: 1

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

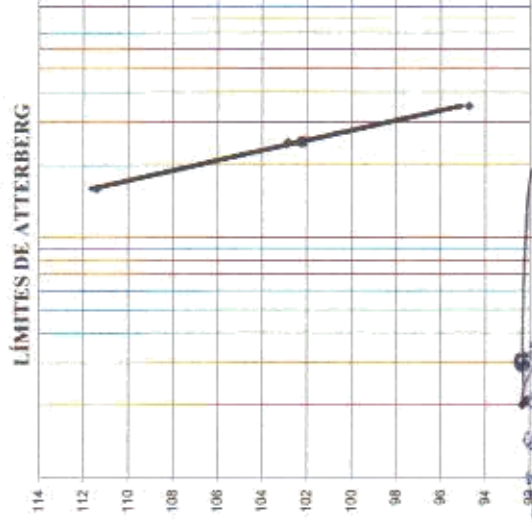
| TAMIZ  | PESO RETENIDO (g) | % RETENIDO | % PASA |
|--------|-------------------|------------|--------|
| No     | 80,4              | 100,0      | 0,0    |
| 3"     | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| 2"     | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| 1 1/2" | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| 1"     | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| 3/4"   | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| 1/2"   | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| 3/8"   | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| No 4   | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| 10     | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| 40     | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| 80     | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| 200    | 0,0               | 0,0        | 100,0  |
| Fondo  | 80,4              | 100,0      | 0,0    |



**LÍMITES DE ATTERBERG**

| LÍMITE LIQUIDO  |       |       |        |
|-----------------|-------|-------|--------|
| No GOLPES       | 35    | 25    | 16     |
| No DE LATA      | 13    | 9     | 1      |
| P1 (gr)         | 22,33 | 25,31 | 22,73  |
| P2 (gr)         | 18,72 | 21,33 | 18,82  |
| P3 (gr)         | 14,91 | 17,46 | 15,31  |
| % HUMEDAD       | 94,8  | 102,8 | 111,4  |
| LÍMITE PLÁSTICO |       |       |        |
| No DE LATA      | 43    | 22    | 111    |
| P1 (gr)         | 19,28 | 19,52 | 122,09 |
| P2 (gr)         | 18,15 | 18,37 | 86,52  |
| P3 (gr)         | 14,75 | 14,91 | 6,10   |
| % HUMEDAD       | 33,2  | 33,2  | 44,2   |

**w. Nral**



| Específico             | Resultado |
|------------------------|-----------|
| LÍMITE LIQUIDO:        | 102       |
| LÍMITE PLÁSTICO:       | 33        |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD: | 69        |
| HUMEDAD NATURAL:       | 44,2      |
| ÍNDICE DE LIQUEZ:      | 0,2       |

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G. A-7-5 (83)  
U. S. C. S.: CH

EQUIPO UTILIZADO: DAP-IMP-001 CERTIFICADO CALIBRACIÓN No. 0156-08-BALANZA (M&B) BE-001-0021

OBSERVACIONES:

DAPCIL S.A.S.  
*[Handwritten signature]*

ELABORO: \_\_\_\_\_  
CATALINA CELY  
JEFE DE LABORATORIO

REVISO: \_\_\_\_\_



**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR MEDIO DE LÍMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123

CÓDIGO: FO - RE - 01  
VERSION: 5  
FECHA: 15-ene.-2016

OBRA: CONSTRUCCION VIAS

UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY

INTERVENIOR:

CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY

FUENTE:

MATERIAL: GRANULAR ARCILLOSO CAFÉ CLARO

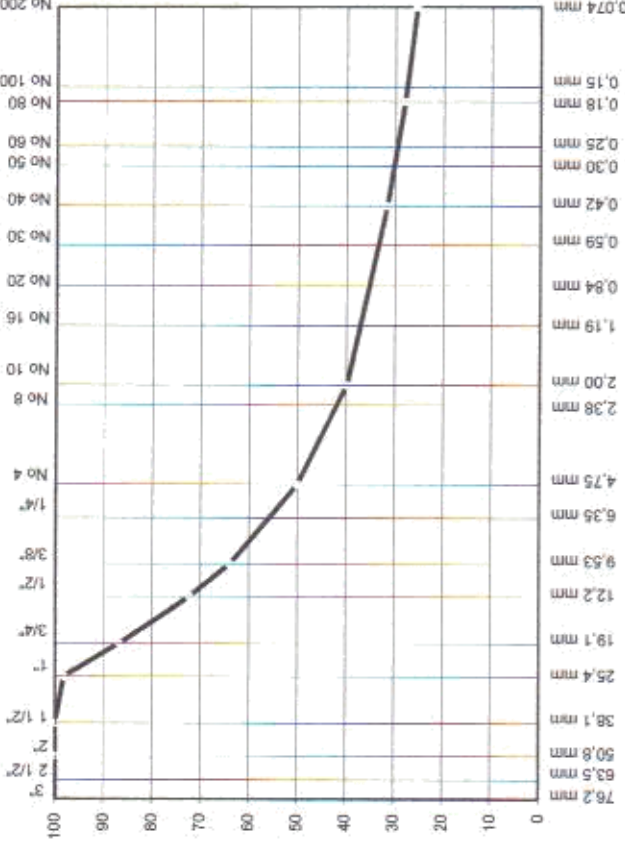
APIQUE No: 2 No MUESTRA: 1

PROFUNDIDAD (m): 0,10 - 0,35

LÍMITES DE ATTERBERG

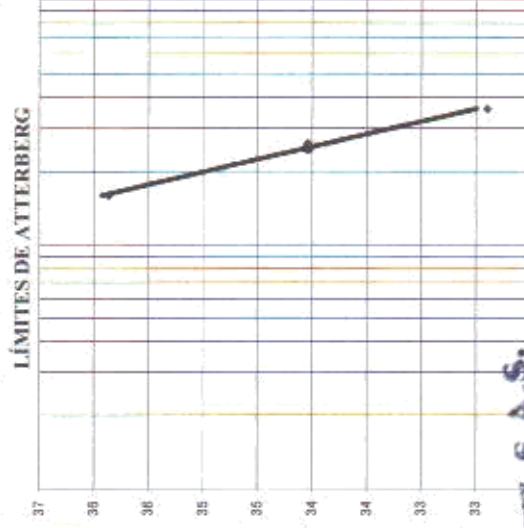
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO |               |            |        |
|-------------------------|---------------|------------|--------|
| PESO INICIAL (gr):      |               | 1182,0     |        |
| TAMIZ                   | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % PASA |
| No                      |               | 0,0        | 100,0  |
| 3"                      |               | 0,0        | 100,0  |
| 2"                      |               | 0,0        | 100,0  |
| 1 1/2"                  |               | 0,0        | 100,0  |
| 1"                      | 20,7          | 1,8        | 98,2   |
| 3/4"                    | 135,2         | 11,4       | 86,8   |
| 1/2"                    | 172,0         | 14,6       | 72,3   |
| 3/8"                    | 98,0          | 8,3        | 64,0   |
| No 4                    | 163,7         | 13,8       | 50,1   |
| 10                      | 121,0         | 10,2       | 39,9   |
| 40                      | 96,4          | 8,2        | 31,7   |
| 80                      | 42,7          | 3,6        | 28,1   |
| 200                     | 30,2          | 2,6        | 25,6   |
| Fondo                   | 302,1         | 25,6       | 0,0    |

| LÍMITE LIQUIDO  |       |       |        |
|-----------------|-------|-------|--------|
| No GOLPES       | 36    | 26    | 16     |
| No DE LATA      | 23    | 12    | 13     |
| P1 (gr)         | 24,10 | 24,88 | 23,52  |
| P2 (gr)         | 22,14 | 22,95 | 21,25  |
| P3 (gr)         | 16,09 | 17,28 | 14,92  |
| % HUMEDAD       | 32,4  | 34,0  | 35,9   |
| LÍMITE PLÁSTICO |       |       |        |
| No DE LATA      | 45    | 47    | 100    |
| P1 (gr)         | 21,11 | 20,72 | 716,10 |
| P2 (gr)         | 20,06 | 19,61 | 618,40 |
| P3 (gr)         | 15,30 | 14,59 | 66,80  |
| % HUMEDAD       | 22,1  | 22,1  | 17,7   |



Gravas: 49,9% Arenas: 24,6% Finos: 25,6%

| Índice                 | Resultado |
|------------------------|-----------|
| LÍMITE LIQUIDO:        | 34        |
| LÍMITE PLÁSTICO:       | 22        |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD: | 12        |
| HUMEDAD NATURAL:       | 17,7      |



**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G. A-2-6 (0)

U. S. C. S.: GC

EQUIPO UTILIZADO: DAP-IMP-001 CERTIFICADO CALIBRACIÓN No.0185-05-AM-ANZA DAP-BE-031021

OBSERVACIONES:

**DAPCIL S.A.S.**  
*[Signature]*

ELABORO:

CATALINA CELY  
JEFE DE LABORATORIO

REVISO

Calle 143 No 46 - 55. Teléfono (1) 258 59 75 - 310 806 10 72/ Bogotá D C - Colombia  
E-mail - dapcilsas@yahoo.com.co



**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR MEDIO DE LÍMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123

CÓDIGO: FO - RE - 01  
VERSIÓN: 5  
FECHA: 15-ene.-2016

OBRA: CONSTRUCCION VIAS

UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY

INTERVENTOR:

CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY

FUENTE:

MATERIAL: ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURA

APIQUE No.: 2

No MUESTRA: 2

PROFUNDIDAD (m): 0,35 - 0,70

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

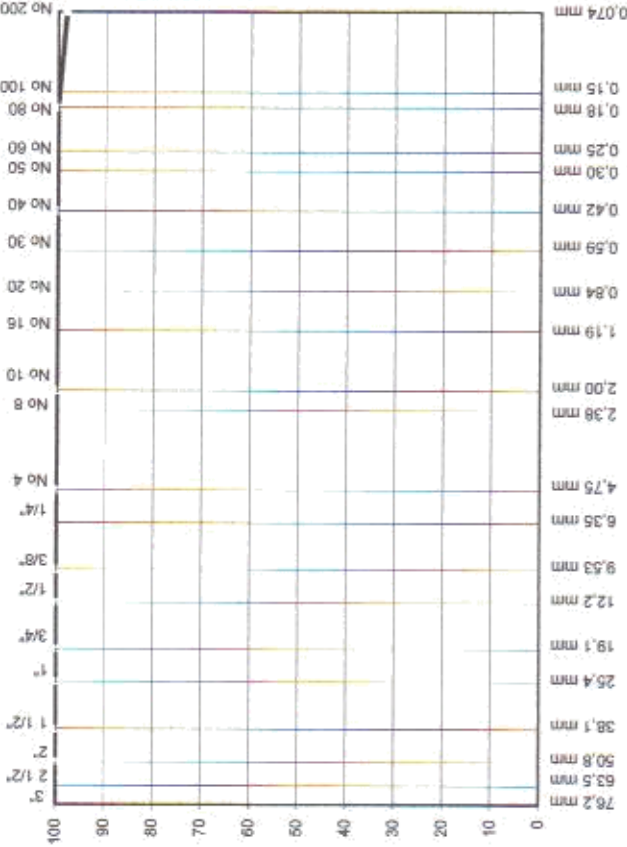
| TAMIZ  | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % PASA |
|--------|---------------|------------|--------|
| No     |               | 0,0        | 100,0  |
| 3"     |               | 0,0        | 100,0  |
| 2"     |               | 0,0        | 100,0  |
| 1 1/2" |               | 0,0        | 100,0  |
| 1"     |               | 0,0        | 100,0  |
| 3/4"   |               | 0,0        | 100,0  |
| 1/2"   |               | 0,0        | 100,0  |
| 3/8"   |               | 0,0        | 100,0  |
| No 4   |               | 0,0        | 100,0  |
| 10     |               | 0,0        | 100,0  |
| 40     |               | 0,0        | 100,0  |
| 80     |               | 0,0        | 100,0  |
| 200    | 1,3           | 1,8        | 98,2   |
| Fondo  | 72,7          | 98,2       | 0,0    |

**LÍMITE LIQUIDO**

|            |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|
| No GOLPES  | 34    | 23    | 14    |
| No DE LATA | 32    | 18    | 1     |
| P1 (gr)    | 31,70 | 31,71 | 33,01 |
| P2 (gr)    | 26,55 | 26,42 | 27,30 |
| P3 (gr)    | 15,12 | 14,97 | 15,32 |
| % HUMEDAD  | 45,1  | 46,2  | 47,7  |

**LÍMITE PLÁSTICO**

|            |       |       |        |
|------------|-------|-------|--------|
| No DE LATA | 113   | 128   | 648    |
| P1 (gr)    | 20,50 | 20,84 | 102,01 |
| P2 (gr)    | 17,11 | 17,70 | 79,82  |
| P3 (gr)    | 5,00  | 4,71  | 5,86   |
| % HUMEDAD  | 28,0  | 24,2  | 30,0   |



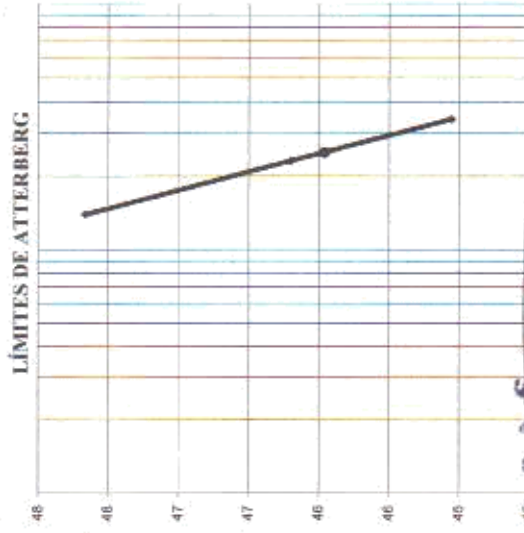
**LÍMITE LIQUIDO:** 46  
**LÍMITE PLÁSTICO:** 26  
**ÍNDICE DE PLASTICIDAD:** 20  
**HUMEDAD NATURAL:** 30,0  
**ÍNDICE DE LIQUIDEZ:** 0,2

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G. A-7-6 (23)  
U. S. C. S.: CL

EQUIPO UTILIZADO: DAP-IMP-001 CERTIFICADO CALIBRACIÓN No. 0106-08 BALANZA DAP-EE-031623

OBSERVACIONES:



**DAPCIL S.A.S.**  
*[Handwritten Signature]*

ELABORO

CATALINA CELY  
JEFE DE LABORATORIO

REVISO

Calle 143 No 46 - 55. Telefono (1) 258 59 75 - 310 886 40 72/ Bogotá D.C. - Colombia  
E-mail - dapcilsas@yahoo.com.co





**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR MEDIO DE LÍMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123

CÓDIGO: FO - RE - 01  
VERSIÓN: 5  
FECHA: 15-ene-2016

OBRA: CONSTRUCCION VIAS

UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY

INTERVENTOR:

CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY

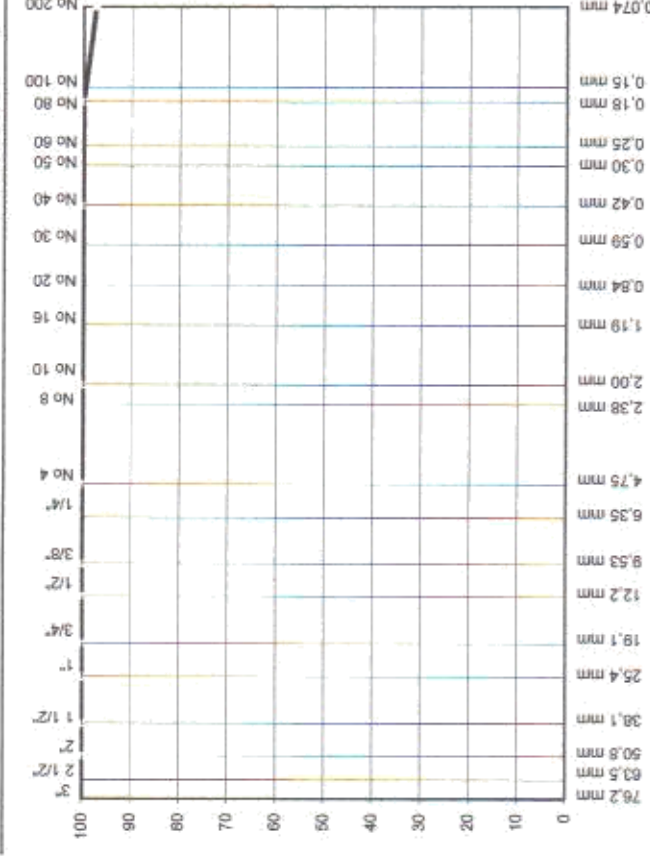
FUENTE:

MATERIAL: ARCILLA GRIS CON VETAS AMARILLAS

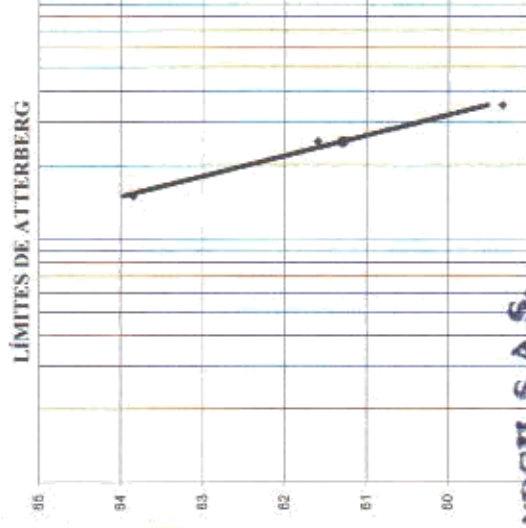
APIQUE No: 2

No MUESTRA: 3

PROFUNDIDAD (m): 0,70 - 1,60(1,10-1,60)



| LÍMITE LIQUIDO |       | LÍMITE PLÁSTICO |       | w. Nral |
|----------------|-------|-----------------|-------|---------|
| No GOLPES      |       | No DE LATA      |       |         |
| 35             | 25    | 23              | 8     | 648     |
| 18             | 6     | 21,06           | 20,17 | 115,08  |
| 25,10          | 27,98 | 19,99           | 19,09 | 87,48   |
| P1 (gr)        | 21,32 | P2 (gr)         | 16,09 | 15,22   |
| P2 (gr)        | 14,95 | P3 (gr)         | 27,4  | 27,9    |
| P3 (gr)        | 59,3  | % HUMEDAD       |       | 63,8    |



| Especific              | Resultado |
|------------------------|-----------|
| LÍMITE LIQUIDO:        | 61        |
| LÍMITE PLÁSTICO:       | 28        |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD: | 33        |
| HUMEDAD NATURAL:       | 33,8      |
| ÍNDICE DE LIQUIDEZ:    | 0,2       |

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G. A-7-6 (38)  
U. S. C. S.: CH

**DAPCIL S.A.S.**  
*[Handwritten Signature]*

ELABORO

CATALINA CELY

JEFE DE LABORATORIO

REVISO

EQUIPO UTILIZADO: DAP-MEP-001 CERTIFICADO CALIBRACIÓN No. 0165-08-BOUNZA DAP-BE-031021

OBSERVACIONES:



**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR MEDIO DE LÍMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123

CÓDIGO: FO - RE - 01  
VERSIÓN: 5  
FECHA: 15-ene-2016

OBRA: CONSTRUCCION VIAS

UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY

INTERVENIOR:

CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY

FUENTE:

MATERIAL: GRANULAR ARCILLOSO CAFÉ CLARO

APIQUE No: 3 No MUESTRA: 1

NI:

FECHA MUESTREO: 1-mar-2017

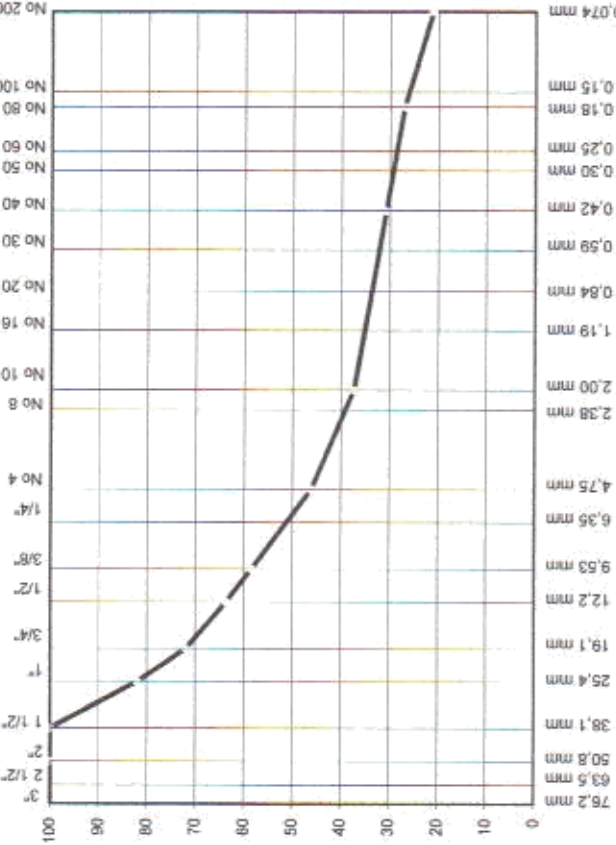
FECHA ENSAYO: 3-mar-2017

O. T.: 74

PROFUNDIDAD (m): 0,10 - 0,30

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

| TAMIZ  | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % PASA |
|--------|---------------|------------|--------|
| No     | 1124,0        |            |        |
| 3"     | 0,0           | 0,0        | 100,0  |
| 2"     | 0,0           | 0,0        | 100,0  |
| 1 1/2" | 0,0           | 0,0        | 100,0  |
| 1"     | 202,0         | 18,0       | 82,0   |
| 3/4"   | 113,0         | 10,1       | 72,0   |
| 1/2"   | 93,3          | 8,3        | 63,7   |
| 3/8"   | 59,1          | 5,3        | 58,4   |
| No 4   | 137,5         | 12,2       | 46,2   |
| 10     | 99,2          | 8,8        | 37,4   |
| 40     | 73,7          | 6,6        | 30,8   |
| 80     | 42,0          | 3,7        | 27,1   |
| 200    | 66,2          | 5,9        | 21,2   |
| Fondo  | 238,0         | 21,2       | 0,0    |



Gravas: 53,8% Arenas: 25,0% Finos: 21,2%

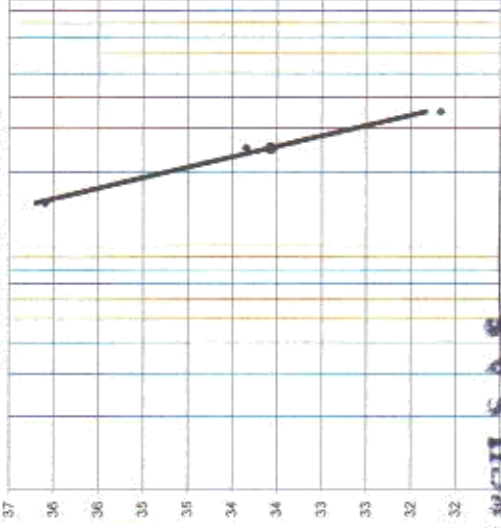
EQUIPO UTILIZADO: DAP-IMP-001 CERTIFICADO CALIBRACIÓN No. 0165-08-BALANZA DAP-GE-001021

OBSERVACIONES:

**LÍMITES DE ATTERBERG**

| LÍMITE LIQUIDO  |       |       |        |
|-----------------|-------|-------|--------|
| No GOLPES       | 35    | 25    | 15     |
| No DE LATA      | 41    | 10    | 33     |
| P1 (gr)         | 22,88 | 22,72 | 23,94  |
| P2 (gr)         | 21,04 | 20,73 | 21,50  |
| P3 (gr)         | 15,23 | 14,85 | 14,74  |
| % HUMEDAD       | 31,7  | 33,8  | 36,1   |
| LÍMITE PLÁSTICO |       |       |        |
| No DE LATA      | 43    | 28    | 520    |
| P1 (gr)         | 20,35 | 20,61 | 780,20 |
| P2 (gr)         | 19,34 | 19,54 | 663,50 |
| P3 (gr)         | 14,75 | 14,64 | 77,40  |
| % HUMEDAD       | 22,0  | 21,8  | 22,0   |

**LÍMITES DE ATTERBERG**



**CLASIFICACIÓN**

AASHTO (I.G.): A-2-6 (0)  
U. S. C. S.: GC

ELABORO: CATALINA CELY  
JEFE DE LABORATORIO

REVISO:



**DAPCIL S.A.S.**  
INGENIEROS CONSULTORES  
SUELOS Y FUNDAMENTOS

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR MEDIO DE LÍMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123

CÓDIGO: FO - RE - 01  
VERSION: 5  
FECHA: 15-ene.-2016



UNIVERSIDAD MILITAR  
NUEVA GRANADA

OBRA: CONSTRUCCION VIAS

UBICACIÓN: CALLE 8 ENTRE CARRERA 3 Y 3A - MUNICIPIO DE CACHIPAY

INTERVENIOR:

CONTRATISTA: ALCALDIA MUNICIPAL DE CACHIPAY

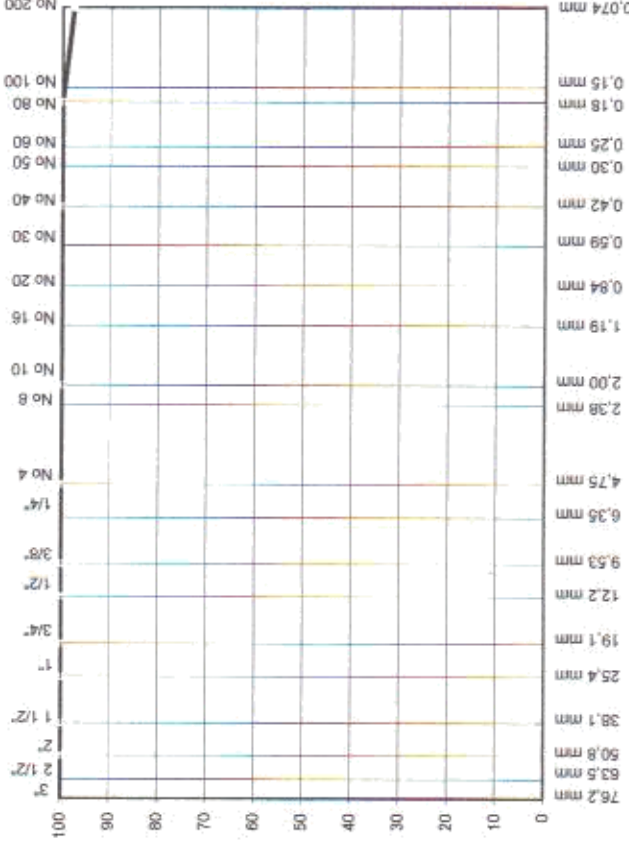
FUENTE:

MATERIAL: ARCILLA GRIS

APIQUE No: 3

No MUESTRA: 2

PROFUNDIDAD (m): 0,30 - 1,50(1,00-1,50)



Gravas: 0,0% Arenas: 2,4% Finos: 97,6%

EQUIPO UTILIZADO: DAP-1MP-807 CERTIFICADO CALIBRACIÓN No. 0196-08-BALANZA DAP-1BE-0310021

OBSERVACIONES:

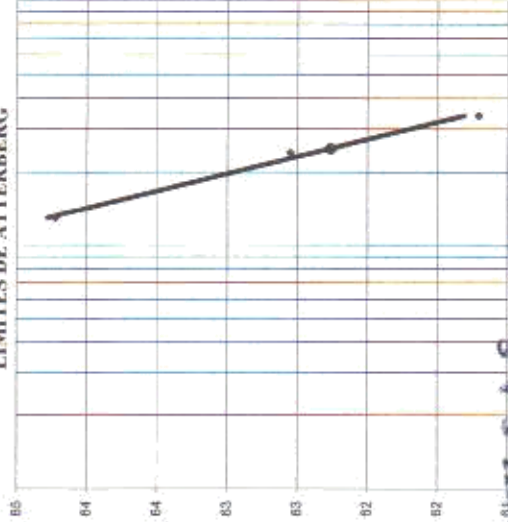
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO |              | 68,1   |
|-------------------------|--------------|--------|
| TAMIZ                   | RETENIDO (g) | % PASA |
| No                      |              | 0,0    |
| 3"                      |              | 0,0    |
| 2"                      |              | 0,0    |
| 1 1/2"                  |              | 0,0    |
| 1"                      |              | 0,0    |
| 3/4"                    |              | 0,0    |
| 1/2"                    |              | 0,0    |
| 3/8"                    |              | 0,0    |
| No 4                    |              | 0,0    |
| 10                      |              | 0,0    |
| 40                      |              | 0,0    |
| 80                      | 1,6          | 2,4    |
| Fondo                   | 66,5         | 97,6   |

| Especific.             | Resultado |
|------------------------|-----------|
| LÍMITE LÍQUIDO:        | 62        |
| LÍMITE PLÁSTICO:       | 31        |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD: | 31        |
| HUMEDAD NATURAL:       | 36,8      |
| ÍNDICE DE LIQUIDEZ:    | 0,2       |

| LÍMITE LÍQUIDO |  | 34    | 24    | 13    |
|----------------|--|-------|-------|-------|
| No GOLPES      |  | 22    | 27    | 49    |
| No DE LATA     |  | 33,02 | 32,91 | 31,60 |
| P1 (gr)        |  | 26,14 | 26,83 | 24,85 |
| P2 (gr)        |  | 14,90 | 17,11 | 14,34 |
| P3 (gr)        |  | 61,2  | 62,6  | 64,2  |
| % HUMEDAD      |  |       |       |       |

| LÍMITE PLÁSTICO |  | 13    | 92    | 61    |
|-----------------|--|-------|-------|-------|
| No DE LATA      |  | 19,67 | 19,60 | 99,20 |
| P1 (gr)         |  | 16,21 | 16,10 | 74,17 |
| P2 (gr)         |  | 5,02  | 4,75  | 6,11  |
| P3 (gr)         |  | 30,9  | 30,8  | 36,8  |
| % HUMEDAD       |  |       |       |       |

LÍMITES DE ATTERBERG



CLASIFICACIÓN  
A A S H T O (I.G. A-7-5 (37)  
U. S. C. S.: CH

DAPCIL S.A.S.

ELABORO: CATALINA CELY  
JEFE DE LABORATORIO

REVISO:

Calle 143 No.46 - 55 Teléfono (1) 258 59 75 - 310 806 10 72/ Bogotá D.C. - Colombia  
E-mail - dapcillas@yahoo.com.co

