

# **ANEXOS**

**ANEXO A-1**

**PLANILLAS DE CARACTERIZACION DE LOS  
AGREGADOS**



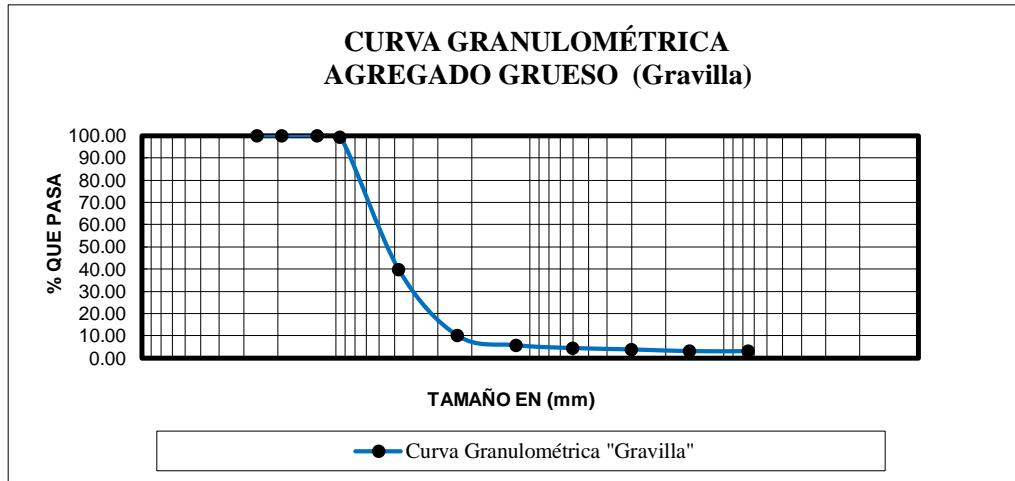
**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES**

## GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

**PROYECTO:** "ANALISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO DIOXIDO DE SILICIO Y POLICARBONATO DE BISFENOL-A COMO ADITIVOS"

**ELABORADO POR:** AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN      **FECHA:** MARZO DE 2019

| Peso Total (gr.) |             |           | 2000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 1/2"             | 12.5        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/8"             | 9.50        | 14.20     | 14.20     | 0.71   | 99.29                |
| Nº4              | 4.75        | 1192.50   | 1206.70   | 60.34  | 39.67                |
| Nº8              | 2.36        | 592.50    | 1799.20   | 89.96  | 10.04                |
| Nº16             | 1.18        | 85.00     | 1884.20   | 94.21  | 5.79                 |
| Nº30             | 0.60        | 25.90     | 1910.10   | 95.51  | 4.49                 |
| Nº50             | 0.30        | 11.90     | 1922.00   | 96.10  | 3.90                 |
| Nº100            | 0.15        | 15.90     | 1937.90   | 96.90  | 3.10                 |
| Nº200            | 0.075       | 0.00      | 1937.90   | 96.90  | 3.10                 |
| BASE             | -           | 62.10     | 2000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| <b>SUMA</b>      |             | 2000.0    |           |        |                      |
| <b>PÉRDIDAS</b>  |             | 0.0       |           |        |                      |
| <b>MF =</b>      |             | 6.31      |           |        |                      |





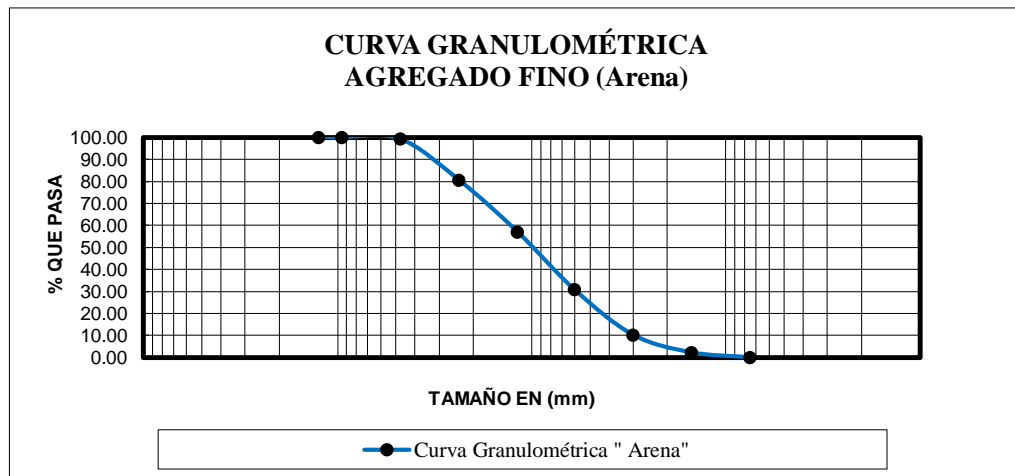
**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES**

## GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena)

**PROYECTO:** ANALISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO DIOXIDO DE SILICIO Y POLICARBONATO DE BISFENOL-A COMO ADITIVOS

**ELABORADO POR:** AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN      **FECHA:** MARZO DE 2019

| Peso Total (gr.) |             |             | 2000      |        |                      |
|------------------|-------------|-------------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret.   | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1/2              | 12.5        | 0.00        | 0.00      | 0.00   | <b>100.00</b>        |
| 3/8              | 9.50        | 0.00        | 0.00      | 0.00   | <b>100.00</b>        |
| Nº4              | 4.75        | 15.00       | 15.00     | 0.75   | <b>99.25</b>         |
| Nº8              | 2.36        | 375.00      | 390.00    | 19.50  | <b>80.50</b>         |
| Nº16             | 1.18        | 470.00      | 860.00    | 43.00  | <b>57.00</b>         |
| Nº30             | 0.60        | 525.00      | 1385.00   | 69.25  | <b>30.75</b>         |
| Nº50             | 0.30        | 410.00      | 1795.00   | 89.75  | <b>10.25</b>         |
| Nº100            | 0.15        | 160.00      | 1955.00   | 97.75  | <b>2.25</b>          |
| Nº200            | 0.075       | 45.00       | 2000.00   | 100.00 | <b>0.00</b>          |
| BASE             | -           | 0.00        | 2000.00   | 100.00 | <b>0.00</b>          |
| <b>SUMA</b>      |             | 2000.0      |           |        |                      |
| <b>PÉRDIDAS</b>  |             | 0.0         |           |        |                      |
| <b>MF =</b>      |             | <b>4.20</b> |           |        |                      |





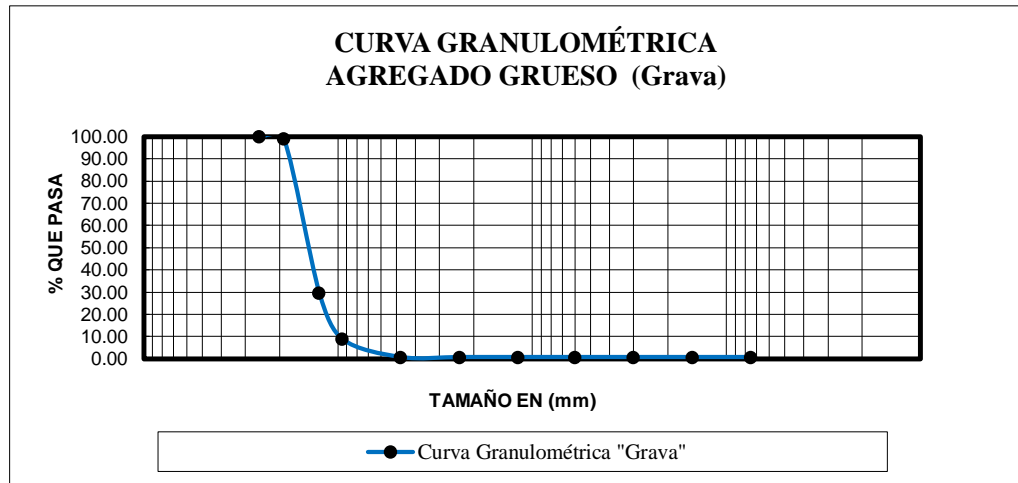
**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES**

## GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava)

**PROYECTO:** "ANALISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO DIOXIDO DE SILICIO Y POLICARBONATO DE BISFENOL-A COMO ADITIVOS"

**ELABORADO POR:** AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN      **FECHA:** MARZO DE 2019

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 60.00     | 60.00     | 1.20   | 98.80                |
| 1/2"             | 12.5        | 3460.00   | 3520.00   | 70.40  | 29.60                |
| 3/8"             | 9.50        | 1040.00   | 4560.00   | 91.20  | 8.80                 |
| Nº4              | 4.75        | 405.00    | 4965.00   | 99.30  | 0.70                 |
| Nº8              | 2.36        | 0.00      | 4965.00   | 99.30  | 0.70                 |
| Nº16             | 1.18        | 0.00      | 4965.00   | 99.30  | 0.70                 |
| Nº30             | 0.60        | 0.00      | 4965.00   | 99.30  | 0.70                 |
| Nº50             | 0.30        | 0.00      | 4965.00   | 99.30  | 0.70                 |
| Nº100            | 0.15        | 0.00      | 4965.00   | 99.30  | 0.70                 |
| Nº200            | 0.075       | 0.00      | 4965.00   | 99.30  | 0.70                 |
| BASE             | -           | 35.00     | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| <b>SUMA</b>      |             | 5000.0    |           |        |                      |
| <b>PÉRDIDAS</b>  |             | 0.0       |           |        |                      |
| <b>MF =</b>      |             | 7.86      |           |        |                      |





**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIA**

## PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena)

**PROYECTO:** "ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS UTILIZANDO POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDIO DE CD) Y DIOXIDO DE SILICIO COMO ADITIVO"

**ELABORADO POR:** AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN

**FECHA:** MARZO DE 2019

| MUESTRA<br>N°   | PESO<br>MUESTRA<br>(gr) | PESO<br>DE MATRÁZ<br>(gr) | MUESTRA +<br>MATRAZ +<br>AGUA<br>(gr) | PESO DEL AGUA<br>AGREGADO AL<br>MATRÁZ "W"<br>(ml) ó (gr) | PESO MUESTRA<br>SECADA "A"<br>(gr) | VOLUMEN DEL<br>MATRÁZ "V"<br>(ml) | P. E.<br>A GRANEL<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | P. E.<br>SATURADO CON<br>SUP. SECA<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | P. E.<br>APARENTE<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | %<br>DE ABSORCIÓN |
|-----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|--|---|--|-------------------|
| 1               | 500                     | 192.4                     | 975.5                                 | 283.10  | 485.40                             | 500.00                            | 2.24                                       | 2.31  | 2.40                                       | 2.92              |
| 2               | 500                     | 220                       | 1030.7                                | 310.70  | 486.70                             | 500.00                            | 2.57                                       | 2.64  | 2.77                                       | 2.66              |
| 3               | 500                     | 175.9                     | 993.8                                 | 317.90  | 484.90                             | 500.00                            | 2.66                                       | 2.75  | 2.90                                       | 3.02              |
| <b>PROMEDIO</b> |                         |                           |                                       |   |                                    |                                   | <b>2.49</b>                                | <b>2.56</b>   | <b>2.69</b>                                | <b>2.87</b>       |



**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES**

## PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

**PROYECTO:** "ANALISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDIO DE CD) Y DIOXIDO DE SILICIO COMO ADITIVO"

**ELABORADO POR:** AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN

**FECHA:** MARZO DE 2019

| MUESTRA N°      | MUESTRA SECADA "A" (gr) | PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr) | PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr) | PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm <sup>3</sup> ) | PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) | PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> ) | % DE ABSORCIÓN |
|-----------------|-------------------------|--|--|--|--|--|----------------|
| 1               | 4941.30                 | 5000.20                                      | 3121.00  | 2.63   | 2.66   | 2.71   | 1.19           |
| 2               | 4929.80                 | 5000.00                                      | 3108.00  | 2.61   | 2.64   | 2.71   | 1.42           |
| 3               | 4937.57                 | 5000.00                                      | 3114.00  | 2.62   | 2.65   | 2.71   | 1.26           |
| <b>PROMEDIO</b> |                         |  |  | <b>2.62</b>                                    | <b>2.65</b>  | <b>2.71</b>                                    | <b>1.29</b>    |

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES**

## PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Grava)

**PROYECTO:** "ANALISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDUO DE CD) Y DIOXIDO DE SILICIO COMO ADITIVOS

**ELABORADO POR:** AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN

**FECHA:** MARZO DE 2019

| MUESTRA<br>N°   | PESO MUESTRA<br>SECADA "A"<br>(gr) | PESO MUESTRA<br>SATURADA CON<br>SUP. SECA "B"<br>(gr) | PESO MUESTRA<br>SATURADA<br>DENTRO<br>DEL AGUA "C"<br>(gr) | PESO<br>ESPECÍFICO<br>A GRANEL<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | PESO<br>ESPECÍFICO<br>SATURADO<br>CON<br>SUP. SECA<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | PESO<br>ESPECÍFICO<br>APARENTE<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | %<br>DE ABSORCIÓN |
|-----------------|------------------------------------|---|--|---|---|---|-------------------|
| 1               | 4946.00                            | 5000.10   | 3077.00  | 2.57  | 2.60  | 2.65  | 1.09              |
| 2               | 4944.90                            | 5000.40   | 3125.00  | 2.64  | 2.67  | 2.72  | 1.12              |
| 3               | 4939.75                            | 5000.10   | 3115.00  | 2.62  | 2.65  | 2.71  | 1.22              |
| <b>PROMEDIO</b> |                                    |   |  | <b>2.61</b>   | <b>2.64</b>   | <b>2.69</b>   | <b>1.15</b>       |

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.





## UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)

### ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

**PROYECTO:** "ANALISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDUO DE CD) Y DIOXIDO DE SILICIO COMO ADITIVOS"

AGREGADO: GRAVA Y GRAVILLA

MUESTRA: N°1

FECHA: MARZO DE 2019

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

| GRADACIÓN          |          | A                                  | B              | C              | D              |
|--------------------|----------|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| DIAMETRO           |          | CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr) |                |                |                |
| PASA               | RETENIDO |                                    |                |                |                |
| 1 1/2"             | 1"       | 1250±25                            |                |                |                |
| 1"                 | 3/4"     | 1250±25                            |                |                |                |
| 3/4"               | 1/2"     | 1250±10                            | 2500±10        |                |                |
| 1/2"               | 3/8"     | 1250±10                            | 2500±10        |                |                |
| 3/8"               | 1/4"     |                                    |                | 2500±10        |                |
| 1/4"               | N°4      |                                    |                | 2500±10        |                |
| N°4                | N°8      |                                    |                |                | 5000±10        |
| <b>PESO TOTAL</b>  |          | <b>5000±10</b>                     | <b>5000±10</b> | <b>5000±10</b> | <b>5000±10</b> |
| NUMERO DE ESFERAS  |          | 12                                 | 11             | 8              | 6              |
| N°DE REVOLUCIONES  |          | 500                                | 500            | 500            | 500            |
| TIEMPO DE ROTACION |          | 15                                 | 15             | 15             | 15             |

#### DATOS DE LABORATORIO

##### GRADACIÓN B

| PASA TAMIZ | RETENIDO TAMIZ | PESO RETENIDO |
|------------|----------------|---------------|
| 3/4"       | 1/2"           | 2500          |
| 1/2"       | 3/8"           | 2500          |

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

| GRADACIÓN | PESO INICIAL | PESO FINAL | % DE DESGASTE | ESPECIFICACION ASTM |
|-----------|--------------|------------|---------------|---------------------|
| B         | 5000         | 3968.7     | 20.63         | 35% MAX             |



## UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)

### ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

PROYECTO: "ANALISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDUO DE CD) Y DIOXIDO DE SILICIO COMO ADITIVOS"

AGREGADO: GRAVA Y GRAVILLA

MUESTRA: N°1

FECHA: MARZO DE 2019

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

| GRADACIÓN          |          | A                                  | B              | C              | D              |
|--------------------|----------|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| DIAMETRO           |          | CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr) |                |                |                |
| PASA               | RETENIDO |                                    |                |                |                |
| 1 1/2"             | 1"       | 1250±25                            |                |                |                |
| 1"                 | 3/4"     | 1250±25                            |                |                |                |
| 3/4"               | 1/2"     | 1250±10                            | 2500±10        |                |                |
| 1/2"               | 3/8"     | 1250±10                            | 2500±10        |                |                |
| 3/8"               | 1/4"     |                                    |                | 2500±10        |                |
| 1/4"               | N°4      |                                    |                | 2500±10        |                |
| N°4                | N°8      |                                    |                |                | 5000±10        |
| <b>PESO TOTAL</b>  |          | <b>5000±10</b>                     | <b>5000±10</b> | <b>5000±10</b> | <b>5000±10</b> |
| NUMERO DE ESFERAS  |          | 12                                 | 11             | 8              | 6              |
| N°DE REVOLUCIONES  |          | 500                                | 500            | 500            | 500            |
| TIEMPO DE ROTACION |          | 15                                 | 15             | 15             | 15             |

| DATOS DE LABORATORIO |                |               |
|----------------------|----------------|---------------|
| GRADACIÓN C          |                |               |
| PASA TAMIZ           | RETENIDO TAMIZ | PESO RETENIDO |
| 3/8"                 | 1/4"           | 2500          |
| 1/4"                 | N°4            | 2500          |

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

| GRADACIÓN | PESO INICIAL | PESO FINAL | % DE DESGASTE | ESPECIFICACION ASTM |
|-----------|--------------|------------|---------------|---------------------|
| C         | 5000         | 3911.8     | 21.76         | 35% MAX             |



# UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)

## ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

PROYECTO: "ANALISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDUO DE CD) Y DIOXIDO DE SILICIO COMO ADITIVOS"

AGREGADO: ARENA

MUESTRA: N° 1,2,3

FECHA: MARZO DE 2019

| N° de Muestra   | H1    | H2    | Equivalente de Arena (%) |
|-----------------|-------|-------|--------------------------|
|                 | (cm)  | (cm)  |                          |
| 1               | 10.20 | 14.30 | 71.33                    |
| 2               | 10.30 | 14.10 | 73.05                    |
| 3               | 10.10 | 13.60 | 74.26                    |
| <b>Promedio</b> |       |       | <b>72.88</b>             |

$$E.A. = \frac{H_1}{H_2} * 100$$

| Equivalente de Arena promedio (%) | NORMA |
|-----------------------------------|-------|
| <b>72.88</b>                      | > 50% |



**ANEXO A-2**  
**CARACTERIZACION DEL CEMENTO**  
**ASFALTICO CA 85-100**



## UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)  
**CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO**

**ASFALTO:**  
STRATURA 85/100

**MUESTRA N°:** 1

**FECHA:** ABRIL DE 2019

**LABORATORISTA:**  
UNIV. AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN

### CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO: CEMENTO ASFALTO STRATURA 85-100


#### ENSAYO DENSIDAD ESPECIFICA ASTM D-71 AASHTO T229-97

| ENSAYO                           | UNIDAD              | ENSAYO 1     |
|----------------------------------|---------------------|--------------|
| Peso Picnómetro                  | gr.                 | 35.1         |
| Peso Picnómetro + Agua (25°C)    | gr.                 | 86.2         |
| Peso Picnómetro + Muestra        | gr.                 | 59.6         |
| Peso Picnómetro + Agua + Muestra | gr.                 | 86.8         |
| Peso Específico                  | gr./cm <sup>3</sup> | <b>1.022</b> |

| ENSAYO                           | UNIDAD              | ENSAYO 2     |
|----------------------------------|---------------------|--------------|
| Peso Picnómetro                  | gr.                 | 33.9         |
| Peso Picnómetro + Agua (25°C)    | gr.                 | 86.9         |
| Peso Picnómetro + Muestra        | gr.                 | 58.8         |
| Peso Picnómetro + Agua + Muestra | gr.                 | 87.3         |
| Peso Específico                  | gr./cm <sup>3</sup> | <b>1.014</b> |

| ENSAYO                           | UNIDAD              | ENSAYO 3     |
|----------------------------------|---------------------|--------------|
| Peso Picnómetro                  | gr.                 | 32.9         |
| Peso Picnómetro + Agua (25°C)    | gr.                 | 86.1         |
| Peso Picnómetro + Muestra        | gr.                 | 58.4         |
| Peso Picnómetro + Agua + Muestra | gr.                 | 86.6         |
| Peso Específico                  | gr./cm <sup>3</sup> | <b>1.017</b> |

|                 |                     |              |
|-----------------|---------------------|--------------|
| <b>PROMEDIO</b> | gr./cm <sup>3</sup> | <b>1.018</b> |
|-----------------|---------------------|--------------|

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO</b><br>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA<br>DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN<br>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)<br><b>CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO</b> |                      |
|   | <b>ASFALTO:</b><br>STRATURA 85/100   | <b>MUESTRA N°:</b> 1 |
|   | <b>FECHA:</b> ABRIL DE 2019<br><b>LABORATORISTA:</b><br>UNIV. AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN  |                      |

### CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO: CEMENTO ASFALTO STRATURA 85-100


#### PUNTO DE INFLAMACION ASTM D 1310-01 AASHTO T 79-96

| ENSAYO               | UNIDAD | ENSAYO 1 |
|----------------------|--------|----------|
| Punto de Inflamación | °C     | 274      |

| ENSAYO               | UNIDAD | ENSAYO 2 |
|----------------------|--------|----------|
| Punto de Inflamación | °C     | 270      |

| ENSAYO               | UNIDAD | ENSAYO 3 |
|----------------------|--------|----------|
| Punto de Inflamación | °C     | 272      |

| PROMEDIO | °C | 272 |
|----------|----|-----|
|----------|----|-----|

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO</b><br>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA<br>DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN<br>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)<br><b>CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO</b> |  |
|   | <b>ASFALTO:</b><br>STRATURA 85/100   | <b>MUESTRA N°:</b> 1                                     |
|   |  | <b>FECHA:</b> ABRIL DE 2019                              |
|   |  | <b>LABORATORISTA:</b><br>UNIV. AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN |

### CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO: CEMENTO ASFALTO STRATURA 85-100

**DUCTILIDAD ASTM D 113 AASHTO T 51-00**


| ENSAYO                        | UNIDAD | ENSAYO 1 |
|-------------------------------|--------|----------|
| Ductilidad a 25°C AASHTO T-51 | cm.    | 105      |

| ENSAYO                        | UNIDAD | ENSAYO 1 |
|-------------------------------|--------|----------|
| Ductilidad a 25°C AASHTO T-51 | cm.    | 106      |

| ENSAYO                        | UNIDAD | ENSAYO 1 |
|-------------------------------|--------|----------|
| Ductilidad a 25°C AASHTO T-51 | cm.    | 108      |

| PROMEDIO | cm. | 106 |
|----------|-----|-----|
|----------|-----|-----|



|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO</b><br>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA<br>DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN<br>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)<br><b>CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO</b> |                      |
|   | <b>ASFALTO:</b><br>STRATURA 85/100   | <b>MUESTRA N°:</b> 1 |
|   | <b>FECHA:</b> ABRIL DE 2019<br><b>LABORATORISTA:</b><br>UNIV. AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN  |                      |

### CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO: CEMENTO ASFALTO STRATURA 85-100

#### PUNTO DE ABLANDAMIENTO ASTM D 36 AASHTO T 53-96

| ENSAYO                 | UNIDAD | ENSAYO 1 |
|------------------------|--------|----------|
| Punto de ablandamiento | °C     | 41.0     |

| ENSAYO                 | UNIDAD | ENSAYO 2 |
|------------------------|--------|----------|
| Punto de ablandamiento | °C     | 42.0     |

| ENSAYO                 | UNIDAD | ENSAYO 3 |
|------------------------|--------|----------|
| Punto de ablandamiento | °C     | 45.0     |

| PROMEDIO | UNIDAD | VALOR |
|----------|--------|-------|
|          | °C     | 43    |



# UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)

## CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

ASFALTO:  
STRATURA 85/100

MUESTRA N°: 1

FECHA: ABRIL DE 2019

LABORATORISTA:  
UNIV. AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN

## CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO: CEMENTO ASFALTO STRATURA 85-100


### PENETRACION ASTM D 5 AASHTO T 49-97

| ENSAYO   |             | UNIDAD | ENSAYO 1 |
|--|-------------|--------|----------|
| Penetración a<br>25°C, 100s. 5seg.(<br>0.1mm) AASHTO<br>T-49 | Lectura N°1 |        | 89       |
|  | Lectura N°2 |        | 91       |
|  | Lectura N°3 |        | 90       |
|  | Promedio    | mm.    | 90       |

| ENSAYO   |             | UNIDAD | ENSAYO 2 |
|--|-------------|--------|----------|
| Penetración a<br>25°C, 100s. 5seg.(<br>0.1mm) AASHTO<br>T-49 | Lectura N°1 |        | 87       |
|  | Lectura N°2 |        | 92       |
|  | Lectura N°3 |        | 89       |
|  | Promedio    | mm.    | 89       |

| ENSAYO   |             | UNIDAD | ENSAYO 3 |
|--|-------------|--------|----------|
| Penetración a<br>25°C, 100s. 5seg.(<br>0.1mm) AASHTO<br>T-49 | Lectura N°1 |        | 87       |
|  | Lectura N°2 |        | 93       |
|  | Lectura N°3 |        | 90       |
|  | Promedio    | mm.    | 90       |

| PROMEDIO |  | UNIDAD | RESULTADO |
|----------|--|--------|-----------|
|          |  | mm.    | 90        |

|   |  |                      |                             |
|---|--|----------------------|-----------------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO</b><br>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA<br>DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN<br>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)<br><b>CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO</b> |                      |                             |
|   | <b>ASFALTO:</b><br>STRATURA 85/100   | <b>MUESTRA N°:</b> 1 | <b>FECHA:</b> ABRIL DE 2019 |
|   | <b>LABORATORISTA:</b><br>UNIV. AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN   |                      |                             |

## CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO: CEMENTO ASFALTO STRATURA 85-100

| ENSAYO   | UNIDAD              | ENSAYO 1     | ENSAYO 2     | ENSAYO 3     | PROMEDIO       | ESPECIFICACIONES |        |
|--|---------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|------------------|--------|
|  |                     |              |              |              |                | Mínimo           | Máximo |
| Peso Picnómetro                                    | gr.                 | 35.1         | 33.9         | 32.9         |                |                  |        |
| Peso Picnómetro + Agua (25°C)                      | gr.                 | 86.2         | 86.9         | 86.1         |                |                  |        |
| Peso Picnómetro + Muestra                          | gr.                 | 59.6         | 58.8         | 58.4         |                |                  |        |
| Peso Picnómetro + Agua + Muestra                   | gr.                 | 86.8         | 87.3         | 86.6         |                |                  |        |
| Peso Específico                                    | gr./cm <sup>3</sup> | <b>1.022</b> | <b>1.014</b> | <b>1.017</b> | <b>1.018</b>   | 1                | 1.05   |
| Punto de Inflamación                               | °C                  | 274          | 270          | 272          | <b>&gt;272</b> | >232             | -      |
| Ductilidad a 25°C AASHTO T-51                      | cm.                 | 105          | 106          | 108          | <b>106</b>     | >100             | -      |
| Penetración a 25°C, 100s. 5seg.(0.1mm) AASHTO T-49 | Lectura N°1         | 89           | 87           | 87           |                |                  |        |
|  | Lectura N°2         | 91           | 92           | 93           |                |                  |        |
|  | Lectura N°3         | 90           | 89           | 90           |                |                  |        |
|  | Promedio            | mm.          | <b>90</b>    | <b>89</b>    | <b>90</b>      | <b>90</b>        | 85     |
| Punto de ablandamiento                             | °C                  | 41.0         | 42.0         | 45.0         | <b>43</b>      | 42               | 53     |

**ANEXO A-3**  
**PLANILLAS MARSHALL**



**UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE ASFALTOS**

## TABLA GRANULOMÉTRICA FORMADA - DISEÑO MARSHALL

**PROYECTO:** "ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS UTILIZANDO POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDUO DE CD) Y DIOXIDO DE SILICIO COMO ADITIVOS"

**ELABORADO POR:** AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN

**FECHA:** ABRIL DE 2019

| Tamices     | tamaño (mm) | Grava               | Gravilla            | Arena               | Filler              | Grava   | Gravilla | Arena   | Filler | TOTAL     |           |        |                      | Especificaciones |        |
|-------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|----------|---------|--------|-----------|-----------|--------|----------------------|------------------|--------|
|             |             | Peso Ret. a 5000 gr | Peso Ret. a 5000 gr | Peso Ret. a 5000 gr | Peso Ret. a 5000 gr | (%)     | (%)      | (%)     | (%)    | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total | Mínimo           | Máximo |
| 1"          | 25.4        | 0.00                | 0.00                | 0.00                | 0.00                | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               | 100              | 100    |
| 3/4"        | 19.0        | 60.00               | 0.00                | 0.00                | 0.00                | 19.20   | 0.00     | 0.00    | 0.00   | 19.20     | 19.20     | 0.38   | 99.62                | 90               | 100    |
| 1/2"        | 12.5        | 3460.00             | 0.00                | 0.00                | 0.00                | 1107.20 | 0.00     | 0.00    | 0.00   | 1107.20   | 1126.40   | 22.53  | 77.47                | -                | -      |
| 3/8"        | 9.50        | 1040.00             | 35.50               | 0.00                | 0.00                | 332.80  | 8.17     | 0.00    | 0.00   | 340.97    | 1467.37   | 29.35  | 70.65                | 56               | 80     |
| Nº4         | 4.75        | 405.00              | 2981.25             | 37.50               | 0.00                | 129.60  | 685.69   | 15.75   | 0.00   | 831.04    | 2298.40   | 45.97  | 54.03                | 35               | 65     |
| Nº8         | 2.36        | 0.00                | 1481.25             | 937.50              | 0.00                | 0.00    | 340.69   | 393.75  | 0.00   | 734.44    | 3032.84   | 60.66  | 39.34                | 23               | 49     |
| Nº16        | 1.18        | 0.00                | 212.50              | 1175.00             | 0.00                | 0.00    | 48.88    | 493.50  | 0.00   | 542.38    | 3575.22   | 71.50  | 28.50                | -                | -      |
| Nº30        | 0.60        | 0.00                | 64.75               | 1312.50             | 0.00                | 0.00    | 14.89    | 551.25  | 0.00   | 566.14    | 4141.36   | 82.83  | 17.17                | -                | -      |
| Nº50        | 0.30        | 0.00                | 29.75               | 1025.00             | 0.00                | 0.00    | 6.84     | 430.50  | 0.00   | 437.34    | 4578.70   | 91.57  | 8.43                 | 5                | 19     |
| Nº100       | 0.15        | 0.00                | 39.75               | 400.00              | 0.00                | 0.00    | 9.14     | 168.00  | 0.00   | 177.14    | 4755.84   | 95.12  | 4.88                 | -                | -      |
| Nº200       | 0.075       | 0.00                | 0.00                | 112.50              | 0.00                | 0.00    | 0.00     | 47.25   | 0.00   | 47.25     | 4803.09   | 96.06  | 3.94                 | 2                | 8      |
| BASE        | -           | 35.00               | 155.25              | 0.00                | 5000.00             | 11.20   | 35.71    | 0.00    | 150.00 | 196.91    | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 | -                | -      |
| <b>SUMA</b> |             | 5000.0              | 5000.0              | 5000.0              | 5000.0              | 1600.00 | 1150.00  | 2100.00 | 150.00 | 5000.0    |           |        |                      |                  |        |



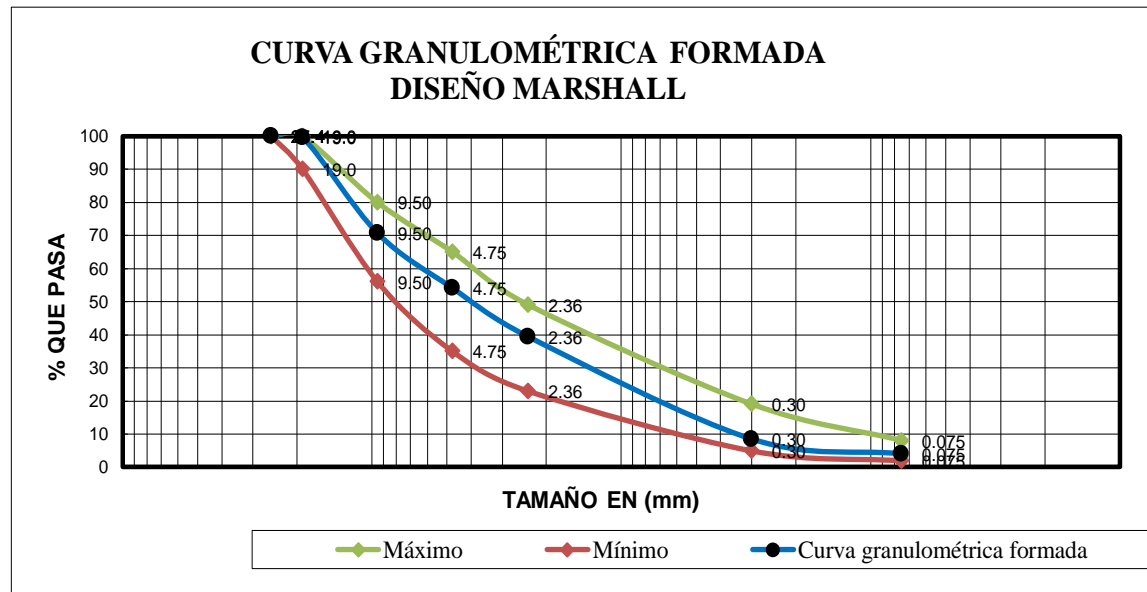
UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ASFALTOS

## CURVA GRANULOMÉTRICA FORMADA - DISEÑO MARSHALL

PROYECTO: "ANALISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFALTICAS UTILIZANDO POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDUO DE CD) Y DIOXIDO DE SILICIO COMO ADITIVOS"

ELABORADO POR: AMADOR TORREZ CIMAR BRYAN

FECHA: ABRIL DE 2019





## UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)  
**DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS METODO MARSHALL**

**MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100**

**MEZCLA EN CALIENTE**

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSE CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: ABRIL 2019

| PESOS ESPECÍFICOS        |      | % de agregado |
|--------------------------|------|---------------|
| Mat. Retenido Tamiz N° 4 | 2.70 | 45.97         |
| Mat. Pasa Tamiz N° 4     | 2.69 | 54.03         |
| Peso Especifico Total    | 2.69 | 100.00        |

|  |        |
|--|--------|
| NUMERO DE GOLPES 75                      |        |
| CEMENTO ASFALTICO STRATURA 85-100        |        |
| PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228 | 1.0180 |

| Agregado | P.E. | %  |
|----------|------|----|
| Grava    | 2.69 | 32 |
| Gravilla | 2.71 | 23 |
| Arena    | 2.69 | 42 |
| Filler   | 2.69 | 3  |

| N° de probeta    | altura de probeta | % de Asfalto |                | Peso Briqueta |                 |                   | Volumen<br>probeta | Densidad Briqueta  |                    |                         | % de Vacios              |                                 |                                  | Estabilidad Marshall |            |   |                            | Fluencia             |                        |                   |    |
|------------------|-------------------|--------------|----------------|---------------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------|------------|---|----------------------------|----------------------|------------------------|-------------------|----|
|                  |                   | base Mezcla  | base Agregados | seco          | sat. Sup. Secca | sumergida en agua |                    | densidad real      | Densidad promedio  | densidad maxima teorica | % de vacios mezcla total | V.A.M.(vacios agregado mineral) | R.B.V. (relacion betumen vacios) | lectura del dial     | carga      | factor de correccion de altura de probeta | Estabilidad real corregida | Estabilidad promedio | lectura dial del flujo | Fluencia promedio |    |
|                  |                   | %            | %              | gr.           | gr.             | gr.               | cc                 | gr/cm <sup>3</sup> | gr/cm <sup>3</sup> | gr/cm <sup>3</sup>      | %                        | %                               | %                                | mm                   | libras     | -   | libras                     | libras               | -                      | 0,01 pulg         |    |
| 1                | 6.12              | 4            | 4.17           | 1167.8        | 1171.2          | 681               | 490.2              | 2.38               | 2.37               | 2.53                    | 6.24                     | 15.55                           | 59.86                            | 950                  | 2539.93872 | 1.065                                     | 2705.034737                | 2740.635             | 14                     | 13.000            |    |
| 2                | 6.05              |              |                | 1162.4        | 1165.8          | 677               | 488.8              | 2.38               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 970                  | 2593.79472 | 1.087                                     | 2819.454861                |                      |                        |                   | 13 |
| 3                | 6.13              |              |                | 1158.3        | 1164.2          | 671               | 493.2              | 2.35               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 950                  | 2539.93872 | 1.062                                     | 2697.414921                |                      |                        |                   | 12 |
| 4                | 6.15              | 4.50         | 4.71           | 1172.6        | 1175.2          | 685               | 490.2              | 2.39               | 2.40               | 2.51                    | 4.42                     | 15.02                           | 70.56                            | 1110                 | 2970.78672 | 1.056                                     | 3137.150776                | 3257.945             | 15                     | 14.000            |    |
| 5                | 6.10              |              |                | 1168.6        | 1174.0          | 685               | 489.0              | 2.39               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1170                 | 3132.35472 | 1.071                                     | 3354.751905                |                      |                        |                   | 13 |
| 6                | 6.05              |              |                | 1162.4        | 1165.4          | 683               | 482.4              | 2.41               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1128                 | 3019.25712 | 1.087                                     | 3281.932489                |                      |                        |                   | 14 |
| 7                | 6.18              | 5.00         | 5.26           | 1167.5        | 1171.4          | 686               | 485.4              | 2.41               | 2.41               | 2.49                    | 3.23                     | 15.06                           | 78.55                            | 1195                 | 3199.67472 | 1.046                                     | 3346.859757                | 3423.941             | 16                     | 15.000            |    |
| 8                | 6.16              |              |                | 1151.2        | 1157.3          | 679               | 478.3              | 2.41               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1180                 | 3159.28272 | 1.053                                     | 3326.724704                |                      |                        |                   | 16 |
| 9                | 6.13              |              |                | 1167.2        | 1169.6          | 686               | 483.6              | 2.41               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1265                 | 3388.17072 | 1.062                                     | 3598.237305                |                      |                        |                   | 15 |
| 10               | 6.14              | 5.50         | 5.82           | 1185.6        | 1190.1          | 695               | 495.1              | 2.39               | 2.41               | 2.47                    | 2.46                     | 15.48                           | 84.12                            | 1185                 | 3172.74672 | 1.059                                     | 3359.938776                | 3287.552             | 16                     | 16.333            |    |
| 11               | 6.05              |              |                | 1157.9        | 1161.3          | 688               | 473.3              | 2.45               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1096                 | 2933.08752 | 1.087                                     | 3188.266134                |                      |                        |                   | 16 |
| 12               | 6.22              |              |                | 1186.9        | 1191.2          | 694               | 497.2              | 2.39               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1196                 | 3202.36752 | 1.035                                     | 3314.450383                |                      |                        |                   | 17 |
| 13               | 6.10              | 6.00         | 6.38           | 1160.4        | 1165.9          | 683               | 482.9              | 2.40               | 2.40               | 2.45                    | 2.04                     | 16.20                           | 87.38                            | 1057                 | 2828.06832 | 1.071                                     | 3028.861171                | 2923.708             | 19                     | 18.333            |    |
| 14               | 6.13              |              |                | 1172.7        | 1176.9          | 688               | 488.9              | 2.40               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1086                 | 2906.15952 | 1.062                                     | 3086.34141                 |                      |                        |                   | 17 |
| 15               | 6.17              |              |                | 1168.9        | 1173.4          | 687               | 486.4              | 2.40               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 947                  | 2531.86032 | 1.049                                     | 2655.921476                |                      |                        |                   | 19 |
| 16               | 6.15              | 6.50         | 6.95           | 1165.5        | 1167.9          | 678               | 489.9              | 2.38               | 2.39               | 2.43                    | 1.95                     | 17.19                           | 88.64                            | 874                  | 2335.28592 | 1.056                                     | 2466.061932                | 2478.782             | 22                     | 20.333            |    |
| 17               | 6.14              |              |                | 1166.7        | 1167.6          | 679               | 488.6              | 2.39               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 876                  | 2340.67152 | 1.059                                     | 2478.771114                |                      |                        |                   | 22 |
| 18               | 6.13              |              |                | 1165.8        | 1166.6          | 679               | 487.6              | 2.39               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 878                  | 2346.05712 | 1.062                                     | 2491.512661                |                      |                        |                   | 21 |
| 19               | 6.15              | 7.00         | 7.53           | 1163.7        | 1165.6          | 672               | 493.6              | 2.36               | 2.36               | 2.42                    | 2.18                     | 18.42                           | 88.19                            | 690                  | 1839.81072 | 1.056                                     | 1942.84012                 | 1834.48              | 23                     | 22.667            |    |
| 20               | 6.13              |              |                | 1165.5        | 1167.2          | 675               | 492.2              | 2.37               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 610                  | 1624.38672 | 1.062                                     | 1725.098697                |                      |                        |                   | 23 |
| 21               | 6.11              |              |                | 1160.9        | 1161.2          | 670               | 491.2              | 2.36               |                    |                         |                          |                                 |                                  | 645                  | 1718.63472 | 1.068                                     | 1835.501881                |                      |                        |                   | 23 |
| ESPECIFICACIONES |                   |              |                | minimo        |                 |                   |                    |                    |                    | 3                       | 13                       | 75                              |                                  |                      |            |   | 1800                       | 8                    |                        |                   |    |
|                  |                   |              |                | maximo        |                 |                   |                    |                    |                    | 5                       | -                        | 82                              |                                  |                      |            |   | -                          | 16                   |                        |                   |    |

| DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO | Ensayo                                | Valor de Diseño   | % de C.A.   |
|--|---------------------------------------|-------------------|-------------|
|  | Estabilidad Marshall (Lb)             | 3358.861          | 5.12        |
|  | Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.410             | 5.41        |
|  | Vacios de la mezcla (%)               | 4.000             | 4.69        |
| <b>% Porcentaje óptimo de C.A.</b>                       |                                       | <b>Promedio =</b> | <b>5.07</b> |

Univ. Cimar Bryan Amador Torrez  
UNIVERSITARIO

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval  
RESP. LAB. ASFALTOS - UAJMS



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARLJA-BOLIVIA)

**DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS METODO MARSHALL  
MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 CON DIOXIDO DE SILICIO**

**MEZCLA EN CALIENTE**

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSE CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: MAYO 2019

| PESOS ESPECÍFICOS        |      | % de agregado |
|--------------------------|------|---------------|
| Mat. Retenido Tamiz N° 4 | 2.70 | 45.97         |
| Mat. Pasa Tamiz N° 4     | 2.69 | 54.03         |
| Peso Especifico Total    | 2.69 | 100.00        |

|  |        |
|--|--------|
| NUMERO DE GOLPES 75                      |        |
| CEMENTO ASFALTICO STRATURA 85-100        |        |
| PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228 | 1.0180 |

| Agregado | P.E. | %  |
|----------|------|----|
| Grava    | 2.69 | 32 |
| Gravilla | 2.71 | 23 |
| Arena    | 2.69 | 42 |
| Filler   | 2.69 | 3  |

| N° de probeta                                   | altura de probeta | % de polimero |                | Peso Briqueta                         |                 |                   | Volumen<br>probeta | Densidad Briqueta |                    |                         | % de Vacios              |                                 |                                  | Estabilidad Marshall |           |   |                            | Fluencia             |                       |                   |           |  |
|---|-------------------|---------------|----------------|---------------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------|---|----------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|-----------|--|
|   |                   | polimero      | base Agregados | seco                                  | sat. Sup. Seca  | sumergida en agua |                    | densidad real     | Densidad promedio  | densidad maxima teorica | % de vacios mezcla total | V.A.M.(vacios agregado mineral) | R.B.V. (relación betumen vacios) | lectura del dial     | carga     | factor de correccion de altura de probeta | Estabilidad real corregida | Estabilidad promedio | lectura dial del fluj | Fluencia promedio |           |  |
|   |                   | %             | %              | gr.                                   | gr.             | gr.               |                    | cc                | gr/cm <sup>3</sup> | gr/cm <sup>3</sup>      | gr/cm <sup>3</sup>       | %                               | %                                | %                    | mm        | libras                                    | -                          | libras               | libras                | -                 | 0,01 pulg |  |
| 1   | 6.38              | 4.00          | 4.17           | 1169.6                                | 1174.6          | 679               | 495.6              | 2.36              | 2.35               | 2.53                    | 6.84                     | 16.09                           | 57.49                            | 855                  | 2284.1227 | 0.993                                     | 2266.992                   | 2157.072             | 10                    | 11.300            |           |  |
| 2   | 6.40              |               |                | 1171.5                                | 1177.2          | 681               | 496.2              | 2.36              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 750                  | 2001.3787 | 0.988                                     | 1976.361                   |                      | 12                    |                   |           |  |
| 3   | 6.42              |               |                | 1173.5                                | 1176.8          | 679               | 497.8              | 2.36              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 815                  | 2176.4107 | 0.983                                     | 2138.324                   |                      | 11                    |                   |           |  |
| 4   | 6.40              |               |                | 1170.2                                | 1173.4          | 676               | 497.4              | 2.35              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 825                  | 2203.3387 | 0.988                                     | 2175.797                   |                      | 11.5                  |                   |           |  |
| 5   | 6.43              |               |                | 1186.8                                | 1192.8          | 686               | 506.8              | 2.34              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 851                  | 2273.3515 | 0.980                                     | 2227.884                   |                      | 12                    |                   |           |  |
| 6   | 6.53              | 5.00          | 5.26           | 1186.2                                | 1194.5          | 690               | 504.5              | 2.35              | 2.38               | 2.49                    | 4.49                     | 16.17                           | 72.23                            | 1030                 | 2755.3627 | 0.956                                     | 2634.953                   | 2551.407             | 11                    | 12.000            |           |  |
| 7   | 6.48              |               |                | 1179.3                                | 1183.4          | 689               | 494.4              | 2.39              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 950                  | 2539.9387 | 0.968                                     | 2457.391                   |                      | 13                    |                   |           |  |
| 8   | 6.47              |               |                | 1176.2                                | 1179.5          | 685               | 494.5              | 2.38              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 952                  | 2545.3243 | 0.970                                     | 2468.965                   |                      | 11                    |                   |           |  |
| 9   | 6.45              |               |                | 1174.5                                | 1177.3          | 683               | 494.3              | 2.38              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1010                 | 2701.5067 | 0.975                                     | 2633.969                   |                      | 13                    |                   |           |  |
| 10  | 6.44              |               |                | 1177.1                                | 1181.5          | 690               | 491.5              | 2.39              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 980                  | 2620.7227 | 0.978                                     | 2561.756                   |                      | 12                    |                   |           |  |
| 11  | 6.38              | 6.00          | 6.38           | 1190.8                                | 1194.3          | 697               | 497.3              | 2.39              | 2.39               | 2.45                    | 2.69                     | 16.76                           | 83.92                            | 1056                 | 2825.3755 | 0.993                                     | 2804.185                   | 2785.505             | 12                    | 12.600            |           |  |
| 12  | 6.42              |               |                | 1190.5                                | 1196.8          | 697               | 499.8              | 2.38              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1145                 | 3065.0347 | 0.983                                     | 3011.397                   |                      | 13                    |                   |           |  |
| 13  | 6.43              |               |                | 1188.3                                | 1190.5          | 691               | 499.5              | 2.38              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1086                 | 2906.1595 | 0.980                                     | 2848.036                   |                      | 13                    |                   |           |  |
| 14  | 6.41              |               |                | 1190.2                                | 1191.6          | 694               | 497.6              | 2.39              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1033                 | 2763.4411 | 0.985                                     | 2721.990                   |                      | 12                    |                   |           |  |
| 15  | 6.43              |               |                | 1192.5                                | 1198.9          | 698               | 500.9              | 2.38              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 970                  | 2593.7947 | 0.980                                     | 2541.919                   |                      | 13                    |                   |           |  |
| 16  | 6.43              | 7.00          | 7.53           | 1189.7                                | 1194.0          | 692               | 502.0              | 2.37              | 2.36               | 2.42                    | 2.33                     | 18.55                           | 87.43                            | 1027                 | 2747.2843 | 0.980                                     | 2692.339                   | 2638.665             | 14                    | 13.600            |           |  |
| 17  | 6.40              |               |                | 1188.8                                | 1193.4          | 687               | 506.4              | 2.35              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1020                 | 2728.4347 | 0.988                                     | 2694.329                   |                      | 13                    |                   |           |  |
| 18  | 6.40              |               |                | 1187.6                                | 1191.1          | 688               | 503.1              | 2.36              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 1005                 | 2688.0427 | 0.988                                     | 2654.442                   |                      | 15                    |                   |           |  |
| 19  | 6.41              |               |                | 1183.9                                | 1187.2          | 685               | 502.2              | 2.36              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 996                  | 2663.8075 | 0.985                                     | 2623.850                   |                      | 12                    |                   |           |  |
| 20  | 6.41              |               |                | 1184.2                                | 1188.7          | 687               | 501.7              | 2.36              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 960                  | 2566.8667 | 0.985                                     | 2528.364                   |                      | 14                    |                   |           |  |
| 21  | 6.46              | 8.00          | 8.70           | 1190.1                                | 1198.2          | 687               | 511.2              | 2.33              | 2.32               | 2.38                    | 2.38                     | 20.64                           | 88.47                            | 894                  | 2389.1419 | 0.973                                     | 2323.441                   | 2216.909             | 15                    | 14.600            |           |  |
| 22  | 6.44              |               |                | 1185.9                                | 1191.4          | 681               | 510.4              | 2.32              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 830                  | 2216.8027 | 0.978                                     | 2166.925                   |                      | 15                    |                   |           |  |
| 23  | 6.43              |               |                | 1182.4                                | 1190.1          | 680               | 510.1              | 2.32              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 855                  | 2284.1227 | 0.980                                     | 2238.440                   |                      | 15                    |                   |           |  |
| 24  | 6.45              |               |                | 1178.6                                | 1184.0          | 678               | 506.0              | 2.33              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 843                  | 2251.8091 | 0.975                                     | 2195.514                   |                      | 14                    |                   |           |  |
| 25  | 6.36              |               |                | 1173.4                                | 1179.8          | 674               | 505.8              | 2.32              |                    |                         |                          |                                 |                                  | 811                  | 2165.6395 | 0.998                                     | 2160.225                   |                      | 14                    |                   |           |  |
| ESPECIFICACIONES                                |                   |               |                | minimo                                |                 |                   |                    |                   |                    |                         |                          |                                 |                                  |                      |           |   |                            |                      |                       |                   |           |  |
|   |                   |               |                | maximo                                |                 |                   |                    |                   |                    |                         |                          |                                 |                                  |                      |           |   |                            |                      |                       |                   |           |  |
|   |                   |               |                | Ensayo                                | Valor de Diseño | % de C.A.         |                    |                   |                    |                         |                          |                                 |                                  |                      |           |   |                            |                      |                       |                   |           |  |
| DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE POLIMERO |                   |               |                | Estabilidad Marshall (Lb)             | 2758.320        | 6.07              |                    |                   |                    |                         |                          |                                 |                                  |                      |           |   |                            |                      |                       |                   |           |  |
|   |                   |               |                | Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.380           | 5.63              |                    |                   |                    |                         |                          |                                 |                                  |                      |           |   |                            |                      |                       |                   |           |  |
|   |                   |               |                | Vacios de la mezcla (%)               | 4.000           | 5.22              |                    |                   |                    |                         |                          |                                 |                                  |                      |           |   |                            |                      |                       |                   |           |  |
|   |                   |               |                | % Porcentaje óptimo de polimero       | Promedio =      | 5.64              |                    |                   |                    |                         |                          |                                 |                                  |                      |           |   |                            |                      |                       |                   |           |  |





**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

**DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS METODO MARSHALL**

**MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 Y POLICARBONATO DE BISFENOL-A(RESIDUO DE CD)**

**MEZCLA EN CALIENTE**

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSE CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: MAYO 2019

| PESOS ESPECÍFICOS        |      | % de agregado |
|--------------------------|------|---------------|
| Mat. Retenido Tamiz N° 4 | 2.70 | 45.97         |
| Mat. Pasa Tamiz N° 4     | 2.69 | 54.03         |
| Peso Especifico Total    | 2.69 | 100.00        |

| NUMERO DE GOLPES 75                      |        |
|--|--------|
| CEMENTO ASFALTICO STRATURA 85-100        |        |
| PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228 | 1.0180 |

| Agregado | P.E. | %  |
|----------|------|----|
| Grava    | 2.69 | 32 |
| Gravilla | 2.71 | 23 |
| Arena    | 2.69 | 42 |
| Filler   | 2.69 | 3  |

| N° de probeta                                   | altura de probeta | % de polimero                         |                | Peso Briqueta   |                |                   | Volumen | Densidad Briqueta |                    |                    | % de Vacios             |                          |                                 | Estabilidad Marshall             |                  |        |   | Fluencia                   |                      |                        |                   |
|---|-------------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|---------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|--------|---|----------------------------|----------------------|------------------------|-------------------|
|   |                   | polimero                              | base Agregados | seco            | sat. Sup. Seca | sumergida en agua |         | probeta           | densidad real      | Densidad promedio  | densidad maxima teorica | % de vacios mezcla total | V.A.M.(vacios agregado mineral) | R.B.V. (relacion betumen vacios) | lectura del dial | carga  | factor de correccion de altura de probeta | Estabilidad real corregida | Estabilidad promedio | lectura dial del flujo | Fluencia promedio |
|   |                   | %                                     | %              | gr.             | gr.            | gr.               |         | cc                | gr/cm <sup>3</sup> | gr/cm <sup>3</sup> | gr/cm <sup>3</sup>      | %                        | %                               | %                                | mm               | libras | -   | libras                     | libras               | -                      | 0,01 pulg         |
| 1   | 6.29              | 4.00                                  | 4.17           | 1174.0          | 1180.4         | 681               | 499.4   | 2.35              | 2.35               | 2.53               | 6.89                    | 16.14                    | 57.29                           | 916                              | 2448.384         | 1.016  | 2487.558                                  | 2553.686                   | 11                   | 11.400                 |                   |
| 2   | 6.32              |                                       |                | 1169.4          | 1173.5         | 677               | 496.5   | 2.36              |                    |                    |                         |                          |                                 | 950                              | 2539.939         | 1.008  | 2560.258                                  |                            |                      |                        |                   |
| 3   | 6.35              |                                       |                | 1171.3          | 1174.5         | 678               | 496.5   | 2.36              |                    |                    |                         |                          |                                 | 945                              | 2526.475         | 1.000  | 2526.475                                  |                            |                      |                        |                   |
| 4   | 6.34              |                                       |                | 1170.5          | 1173.8         | 675               | 498.8   | 2.35              |                    |                    |                         |                          |                                 | 962                              | 2572.252         | 1.003  | 2579.969                                  |                            |                      |                        |                   |
| 5   | 6.36              |                                       |                | 1172.1          | 1176.9         | 679               | 497.9   | 2.35              |                    |                    |                         |                          |                                 | 980                              | 2620.723         | 0.998  | 2614.171                                  |                            |                      |                        |                   |
| 6   | 6.29              | 5.00                                  | 5.26           | 1178.2          | 1182.5         | 688               | 494.5   | 2.38              | 2.37               | 2.49               | 4.63                    | 16.29                    | 71.55                           | 1135                             | 3038.107         | 1.016  | 3086.716                                  | 3157.561                   | 11                   | 12.000                 |                   |
| 7   | 6.31              |                                       |                | 1184.3          | 1190.5         | 691               | 499.5   | 2.37              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1110                             | 2970.787         | 1.011  | 3003.465                                  |                            |                      |                        |                   |
| 8   | 6.32              |                                       |                | 1183.2          | 1189.0         | 690               | 499.0   | 2.37              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1160                             | 3105.427         | 1.008  | 3130.270                                  |                            |                      |                        |                   |
| 9   | 6.34              |                                       |                | 1185.4          | 1191.0         | 692               | 499.0   | 2.38              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1186                             | 3175.440         | 1.003  | 3184.966                                  |                            |                      |                        |                   |
| 10  | 6.36              |                                       |                | 1191.0          | 1196.0         | 693               | 503.0   | 2.37              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1266                             | 3390.864         | 0.998  | 3382.386                                  |                            |                      |                        |                   |
| 11  | 6.33              | 6.00                                  | 6.38           | 1182.8          | 1187.9         | 691               | 496.9   | 2.38              | 2.38               | 2.45               | 2.78                    | 16.83                    | 83.50                           | 1413                             | 3786.705         | 1.005  | 3805.639                                  | 3531.883                   | 13                   | 13.000                 |                   |
| 12  | 6.29              |                                       |                | 1175.9          | 1180.3         | 689               | 491.3   | 2.39              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1297                             | 3474.340         | 1.016  | 3529.930                                  |                            |                      |                        |                   |
| 13  | 6.31              |                                       |                | 1174.6          | 1179.7         | 688               | 491.7   | 2.39              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1312                             | 3514.732         | 1.011  | 3553.394                                  |                            |                      |                        |                   |
| 14  | 6.25              |                                       |                | 1174.2          | 1179.6         | 686               | 493.6   | 2.38              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1276                             | 3417.792         | 1.027  | 3510.072                                  |                            |                      |                        |                   |
| 15  | 6.23              |                                       |                | 1172.1          | 1178.2         | 685               | 493.2   | 2.38              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1180                             | 3159.283         | 1.032  | 3260.380                                  |                            |                      |                        |                   |
| 16  | 6.28              | 7.00                                  | 7.53           | 1185.2          | 1190.8         | 690               | 500.8   | 2.37              | 2.37               | 2.42               | 1.87                    | 18.17                    | 89.73                           | 1230                             | 3293.923         | 1.019  | 3356.507                                  | 3049.952                   | 14                   | 14.400                 |                   |
| 17  | 6.35              |                                       |                | 1183.7          | 1189.2         | 692               | 497.2   | 2.38              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1170                             | 3132.355         | 1.000  | 3132.355                                  |                            |                      |                        |                   |
| 18  | 6.35              |                                       |                | 1184.2          | 1191.3         | 693               | 498.3   | 2.38              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1187                             | 3178.132         | 1.000  | 3178.132                                  |                            |                      |                        |                   |
| 19  | 6.38              |                                       |                | 1185.6          | 1192.4         | 691               | 501.4   | 2.36              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1100                             | 2943.859         | 0.993  | 2921.780                                  |                            |                      |                        |                   |
| 20  | 6.41              |                                       |                | 1188.0          | 1195.6         | 693               | 502.6   | 2.36              |                    |                    |                         |                          |                                 | 1010                             | 2701.507         | 0.985  | 2660.984                                  |                            |                      |                        |                   |
| 21  | 6.31              | 8.00                                  | 8.70           | 1165.5          | 1173.8         | 676               | 497.8   | 2.34              | 2.35               | 2.38               | 1.46                    | 19.89                    | 92.68                           | 830                              | 2216.803         | 1.011  | 2241.188                                  | 2284.735                   | 15                   | 15.400                 |                   |
| 22  | 6.36              |                                       |                | 1172.8          | 1178.9         | 681               | 497.9   | 2.36              |                    |                    |                         |                          |                                 | 845                              | 2257.195         | 0.998  | 2251.552                                  |                            |                      |                        |                   |
| 23  | 6.34              |                                       |                | 1171.5          | 1178.7         | 680               | 498.7   | 2.35              |                    |                    |                         |                          |                                 | 850                              | 2270.659         | 1.003  | 2277.471                                  |                            |                      |                        |                   |
| 24  | 6.35              |                                       |                | 1170.8          | 1177.8         | 678               | 499.8   | 2.34              |                    |                    |                         |                          |                                 | 858                              | 2292.201         | 1.000  | 2292.201                                  |                            |                      |                        |                   |
| 25  | 6.41              |                                       |                | 1183.6          | 1190.8         | 685               | 505.8   | 2.34              |                    |                    |                         |                          |                                 | 897                              | 2397.220         | 0.985  | 2361.262                                  |                            |                      |                        |                   |
| ESPECIFICACIONES                                |                   |                                       |                | minimo          |                |                   |         |                   |                    | 3                  | 13                      | 75                       |                                 |                                  |                  |        | 1800                                      |                            | 8                    |                        |                   |
|   |                   |                                       |                | maximo          |                |                   |         |                   |                    | 5                  | -                       | 82                       |                                 |                                  |                  |        | -   |                            | 16                   |                        |                   |
| DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE POLIMERO |                   | Ensayo                                |                | Valor de Diseño |                | % de C.A.         |         |                   |                    |                    |                         |                          |                                 |                                  |                  |        |   |                            |                      |                        |                   |
|   |                   | Estabilidad Marshall (Lb)             |                | 3432.950        |                | 5.87              |         |                   |                    |                    |                         |                          |                                 |                                  |                  |        |   |                            |                      |                        |                   |
|   |                   | Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) |                | 2.380           |                | 5.89              |         |                   |                    |                    |                         |                          |                                 |                                  |                  |        |   |                            |                      |                        |                   |
|   |                   | Vacios de la mezcla (%)               |                | 4.000           |                | 5.29              |         |                   |                    |                    |                         |                          |                                 |                                  |                  |        |   |                            |                      |                        |                   |
|   |                   | % Porcentaje óptimo de polimero       |                | Promedio =      |                | 5.68              |         |                   |                    |                    |                         |                          |                                 |                                  |                  |        |   |                            |                      |                        |                   |

**ANEXO A-4**  
**GRAFICAS DE LOS RESULTADOS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARJIA-BOLIVIA)  
DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS METODO MARSHALL

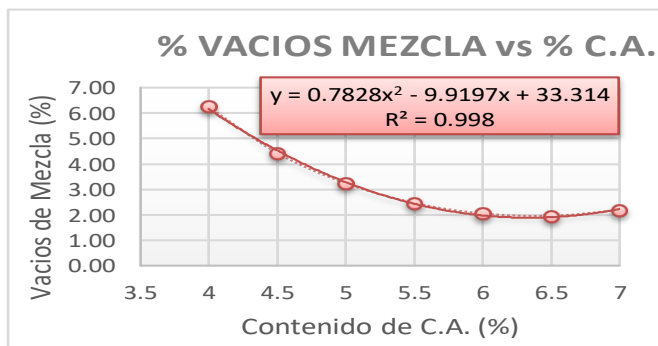
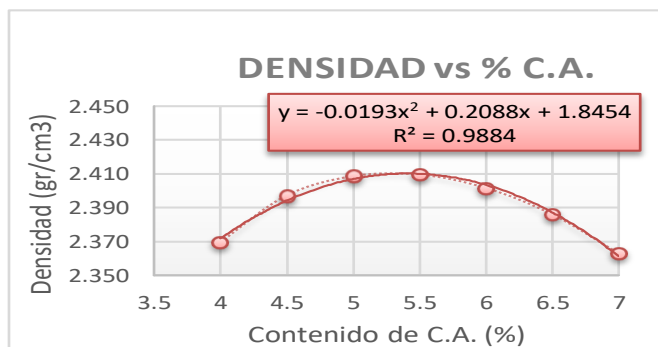
**MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100**

**MEZCLA EN CALIENTE**

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSE CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: ABRIL 2019

**GRAFICAS FORMADAS MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO STRATURA 85/100  
MEZCLA EN CALIENTE**





# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARJIA-BOLIVIA)  
DISEÑO DE MEZCLAS AFÁLTICAS MÉTODO MARSHALL

MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

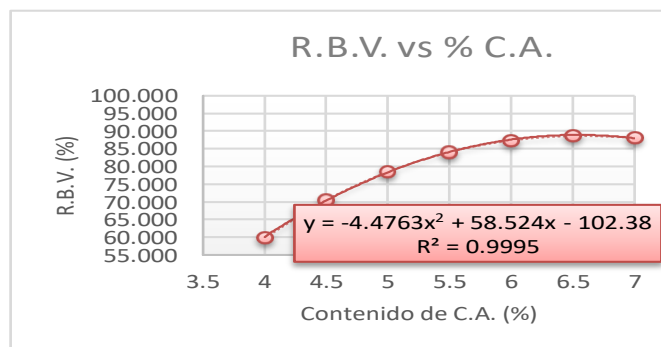
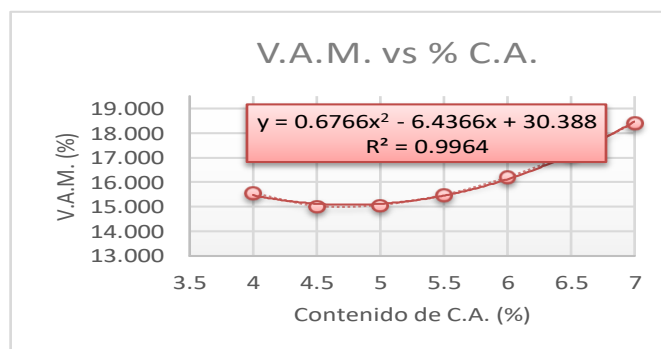
MEZCLA EN CALIENTE

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSÉ CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: ABRIL 2019

## GRÁFICAS FORMADAS MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO STRATURA 85/100

MEZCLA EN CALIENTE





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

**DISEÑO DE MEZCLAS AFÁLTICAS METODO MARSHALL**

**MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100**

**MEZCLA EN CALIENTE**

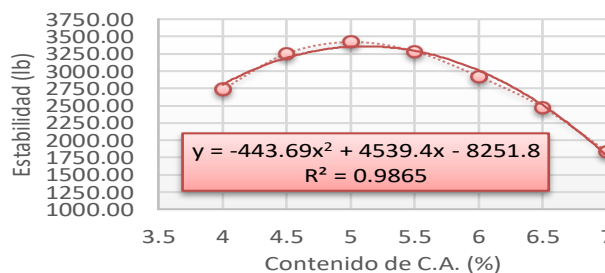
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSE CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: ABRIL 2019

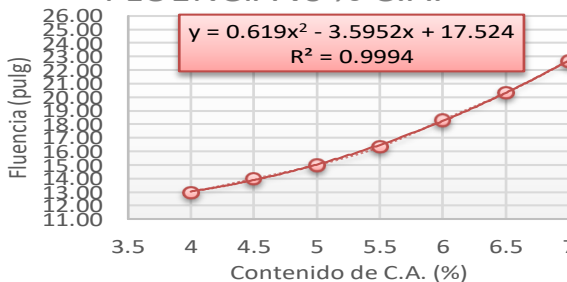
**GRÁFICAS FORMADAS MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO STRATURA 85/100**

**MEZCLA EN CALIENTE**

**ESTABILIDAD vs % C.A.**



**FLUENCIA vs % C.A.**





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

**DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS METODO MARSHALL**

**MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 Y DIOXIDO DE SILICIO**

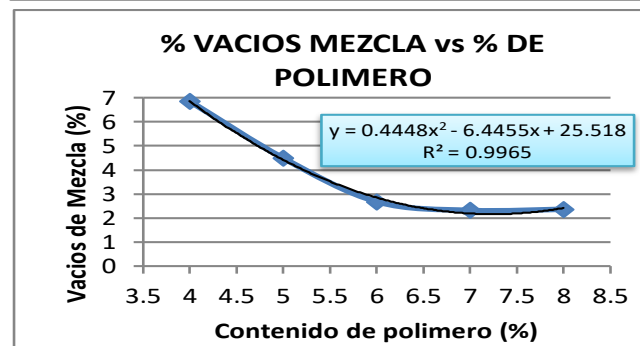
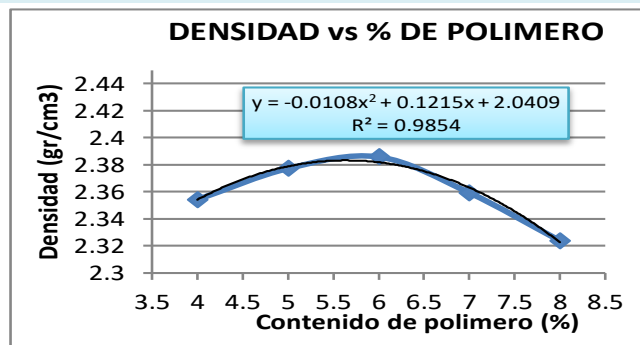
**MEZCLA EN CALIENTE**

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSE CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: MAYO 2019

**GRAFICAS FORMADAS MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO STRATURA 85/100 Y DIOXIDO DE SILICIO**

**MEZCLA EN CALIENTE**





**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)  
DISEÑO DE MEZCLAS AFALTICAS METODO MARSHALL

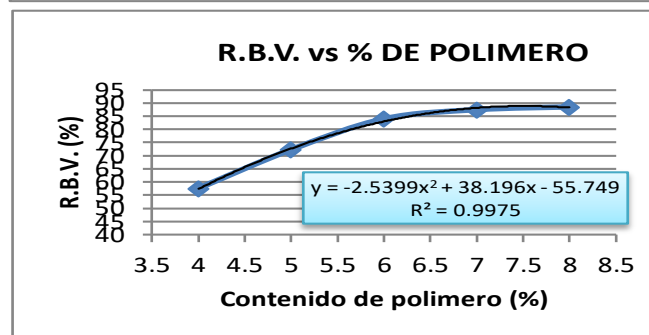
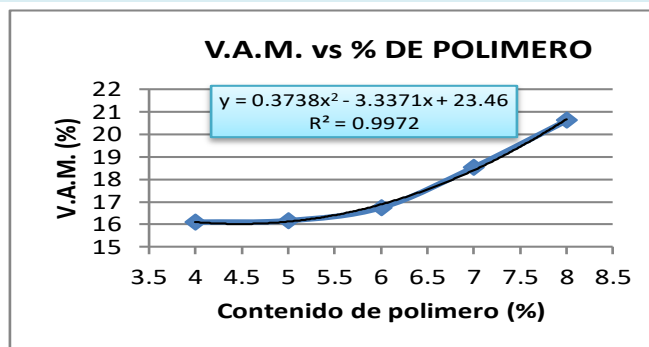
**MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 Y DIOXIDO DE SILICIO**

**MEZCLA EN CALIENTE**

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSE CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: MAYO 2019

**GRAFICAS FORMADAS MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO STRATURA 85/100 Y DIOXIDO DE SILICIO  
MEZCLA EN CALIENTE**





**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

**DISEÑO DE MEZCLAS AFALTICAS METODO MARSHALL**

**MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 Y DIOXIDO DE SILICIO**

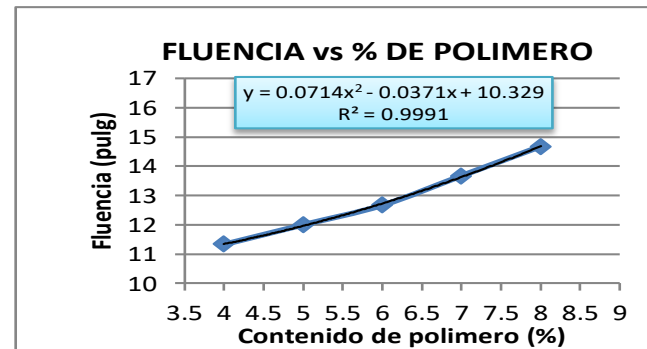
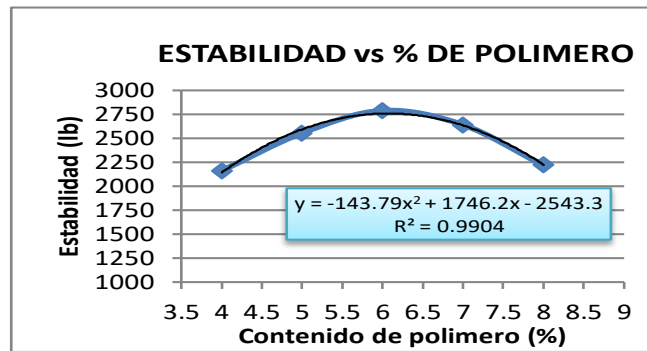
**MEZCLA EN CALIENTE**

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSE CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: MAYO 2019

**GRAFICAS FORMADAS MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO STRATURA 85/100 Y DIOXIDO DE SILICIO**

**MEZCLA EN CALIENTE**







**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)  
DISEÑO DE MEZCLAS AFALTICAS METODO MARSHALL

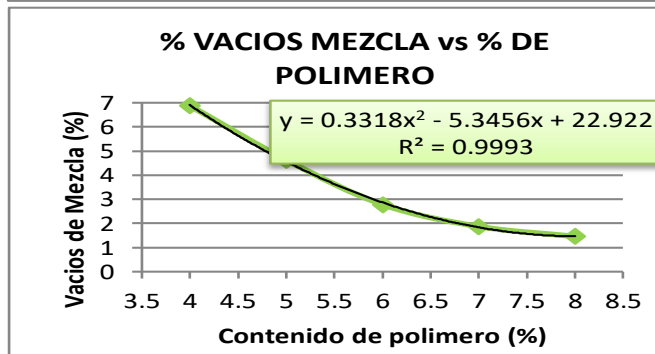
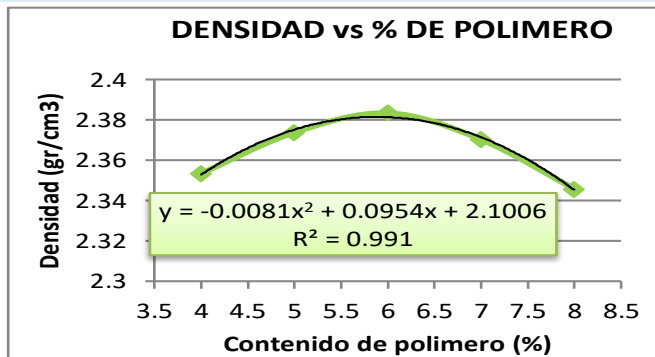
**MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 Y POLICARBONATO DE BISFENOL-A(RESIDUO DE CD)**

**MEZCLA EN CALIENTE**

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSE CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: MAYO 2019

**GRAFICAS FORMADAS MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO STRATURA 85/100 Y POLICARBONATO DE BISFENOL-A  
MEZCLA EN CALIENTE**





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)  
DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS METODO MARSHALL

**MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 Y POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDUO DE CD)**

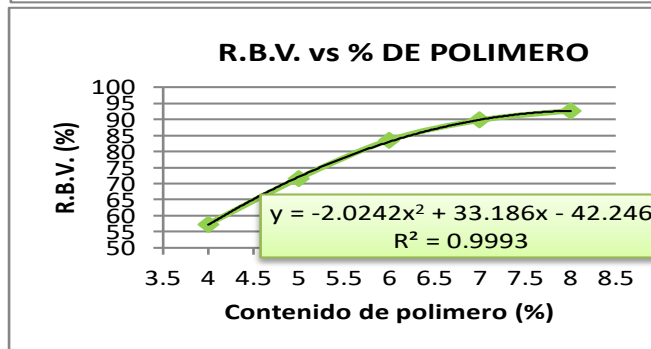
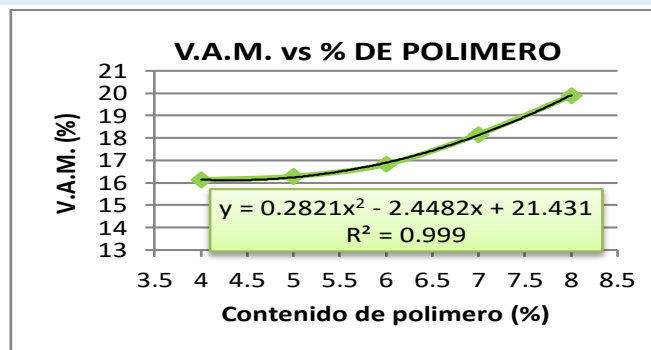
**MEZCLA EN CALIENTE**

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSE CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: MAYO 2019

**GRAFICAS FORMADAS MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO STRATURA 85/100 Y POLICARBONATO DE BISFENOL-A**

**MEZCLA EN CALIENTE**





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)  
DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS METODO MARSHALL

**MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 Y POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDUO DE CD)**

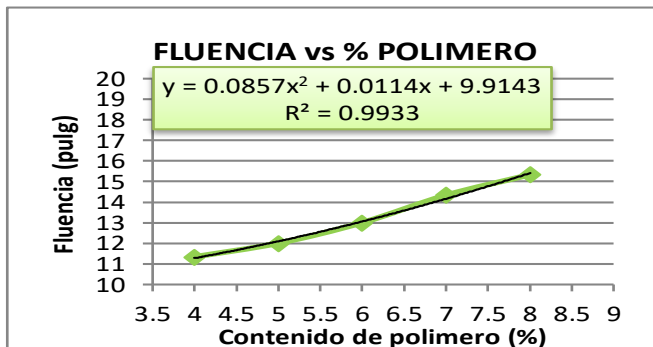
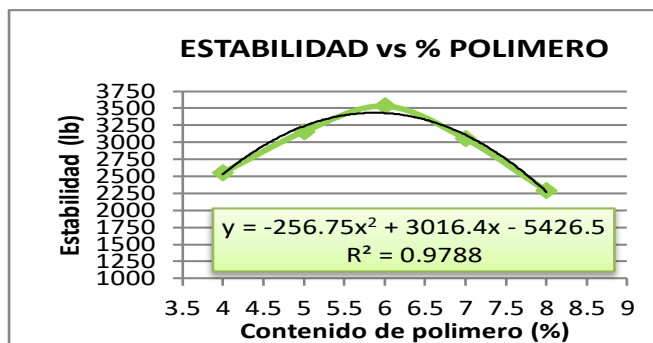
**MEZCLA EN CALIENTE**

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA SAN JOSE CHARAJAS (SEDECA)

FECHA: MAYO 2019

**GRAFICAS FORMADAS MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO STRATURA 85/100 Y POLICARBONATO DE BISFENOL-A**

**MEZCLA EN CALIENTE**



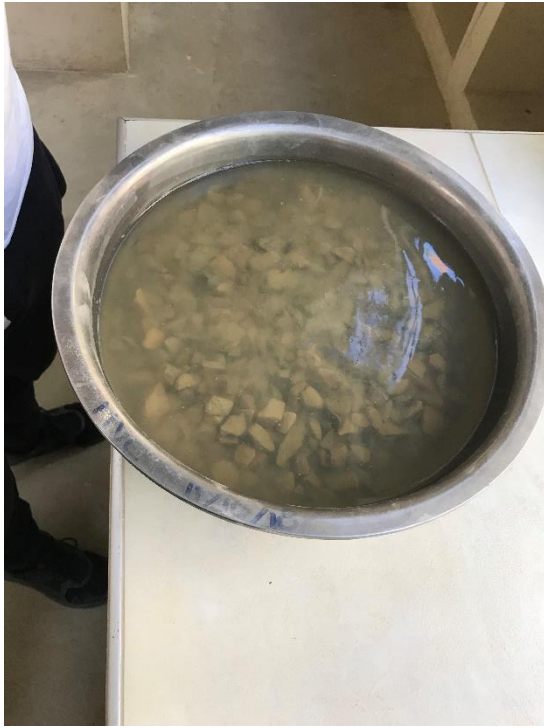
**ANEXO A-5**  
**IMÁGENES DE LAS PRACTICAS**

# GRANULOMETRIA





# PESO ESPECIFICO







# EQUIVALENTE DE ARENA





# DESGASTE MEDIANTE LA MAQUINA DE LOS ANGELES







## CARAS CHATAS Y ALARGADAS



# PENETRACION





# DUCTILIDAD



## PUNTO DE ABLANDAMIENTO





# PUNTO DE INFLAMACION





## PESO ESPECIFICO



## PESAJE DE LOS AGREGADOS





# MEZCLADO DE LOS AGREGADOS CON CEMENTO ASFALTICO



## REALIZANDO LAS BRIQUETAS





# ENSAYO MARSHALL



